

PROVINCIA DI PISA

VIABILITA' NORD DI PISA

PROGETTO DEFINITIVO

Lotto stralcio 1-2

Aggiornamento agosto 2020

Relazione Tecnico-illustrativa

Componente acustica e studio delle mitigazioni

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
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
3	ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	17
4	ANALISI PREVISIONALE E STUDIO DELLE MITIGAZIONI	19
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>	22
4.3.2	<i>Modello concettuale per lo scenario allo stato attuale (ante operam)</i>	25
4.3.3	<i>Verifica di accuratezza del codice di calcolo</i>	33
4.3.4	<i>Simulazioni acustiche per lo scenario attuale</i>	34
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>	37
4.4.2	<i>Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale</i>	47
4.5	Individuazione ed ottimizzazione degli interventi di mitigazione	51
4.6	Previsione degli effetti generati dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale in configurazione mitigata	57
4.7	Ingegnerezza dei sistemi di mitigazione	61
5	VALUTAZIONI ACUSTICHE PRELIMINARI PER LA FASE DI CANTIERE	65
5.1	Misure di mitigazione acustica per la fase di cantiere	72
	ALLEGATO 1	75
	ALLEGATO 2	80
	ALLEGATO 3	101
	ALLEGATO 4	116

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.

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 Leq(A)	Limite notturno Leq(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:

- a. 35 dB(A) L_{eq} notturno per ospedali, case di cura e case di riposo
- b. 40 dB(A) L_{eq} notturno per tutti gli altri ricettori
- c. 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)_i (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_i 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 tocca 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".

Le due vigenti zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme prevedono l'assegnazione in classe IV (aree di intensa attività umana) per pressochè tutte le aree che saranno impegnate per la realizzazione del nuovo tracciato stradale in variante alla S.S. 1 Aurelia e che costituisce il primo lotto dal nodo 1 al nodo 2 della circonvallazione Nord di Pisa. Per tali aree i limiti assoluti di immissione acustica risultano fissati, rispettivamente per i periodi diurno e notturno, a 65 e 55 dB(A). I limiti di emissione sono 5 dB(A) inferiori a quelli di immissione.

Si osservi che, nelle immediate vicinanze dell'area di interesse, le zone a maggior protezione acustica sono quelle comprese tra i tracciati dell'Autostrada A12 Genova-Roma (all'estremo Ovest della precedente Figura 1) ed il tronco ferroviario Viareggio-Pisa, parallelamente al quale si prevede di realizzare il nuovo tracciato stradale di cui si tratta, che vengono classificate come aree prevalentemente residenziali, in classe II. Tale area è così classificata in quanto rientra nel parco naturale regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.



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

A norma del D.P.R. 142/2004 (§ precedente paragrafo 2.3), e per il solo rumore di origine stradale, 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 rumore 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 coincide con quanto fissato dalle norme di zonizzazione per le aree di classe IV che, come visto, circondano completamente il futuro sedime del tronco stradale in progetto.

Per quanto riguarda invece il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua, esso può essere classificato come strada extraurbana secondaria di categoria Cb (Tabella 2 del D.P.R. 142/2004), per la quale, in assenza di recettori sensibili, i limiti di immissione per rumore stradale entro la fascia A, di ampiezza pari a 100 m dal bordo stradale, sono fissati a 70 e 60 dB(A), rispettivamente per il periodo diurno e notturno, mentre per gli ulteriori 50 m oltre la fascia A (fascia B) i limiti scendono a 65 e 55 dB(A). In caso di presenza di recettori sensibili i limiti scendono invece a 50/40 dB(A) sempre per i periodo diurno/notturno.

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 del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, in località Madonna dell'Acqua.

Nel seguito si presenterà quindi inizialmente la metodologia generale di analisi adottata per il presente studio, con la successiva descrizione degli strumenti previsionali utilizzati, essenzialmente costituiti da un codice numerico di simulazione; a seguire verranno presentati i risultati del procedimento di taratura delle simulazioni sul tracciato storico dell'Aurelia, in configurazione ante operam, per poi passare ai risultati ottenuti per la configurazione post operam della nuova viabilità entro l'area in esame (nuovo tracciato della S.S. 1 Aurelia), anche in termini di ottimizzazione dei sistemi di mitigazione acustica (barriere a bordo strada) che si dovesse rendere necessario adottare.

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 ve 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 l'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia, i passaggi di automezzi leggeri e pesanti). Il codice di calcolo previsionale, sulla base dei dati emmissivi 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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in corrispondenza dell'attraversamento dell'abitato di Madonna dell'Acqua (§ 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, 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 l'area limitrofa all'opera in progetto, dalle emissioni prodotte dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale (nuovo tratto di S.S. 1 Aurelia) 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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, in località Madonna dell'Acqua.

Una volta chiarito il quadro immissivo complessivo dell'area di interesse, si può quindi passare alla definizione preliminare dei punti ove risulta necessario prevedere interventi di mitigazione (§ paragrafo 4.5). In questa fase si provvede 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 procede alla discretizzazione ed all'inserimento nel modello concettuale per lo scenario di simulazione post operam delle strutture di mitigazione (barriere acustiche a bordo strada) 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).

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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, e previsti al 2038, nell'ora di punta, per la nuova configurazione viabilistica dell'intera area di Madonna dell'Acqua.

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:

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

dove:

- L_s è il livello di pressione acustica per singola frequenza
- L_w è il livello di potenza acustica emessa dalla sorgente
- D_i 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:

$K_0 = 0$ dB(A)	nel caso di propagazione sferica
$K_0 = + 3$ dB(A)	nel caso di propagazione emisferica su piano
$K_0 = + 6$ dB(A)	nel caso di propagazione su quarto di sfera
$K_0 = + 9$ 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

- ΣD 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:

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

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

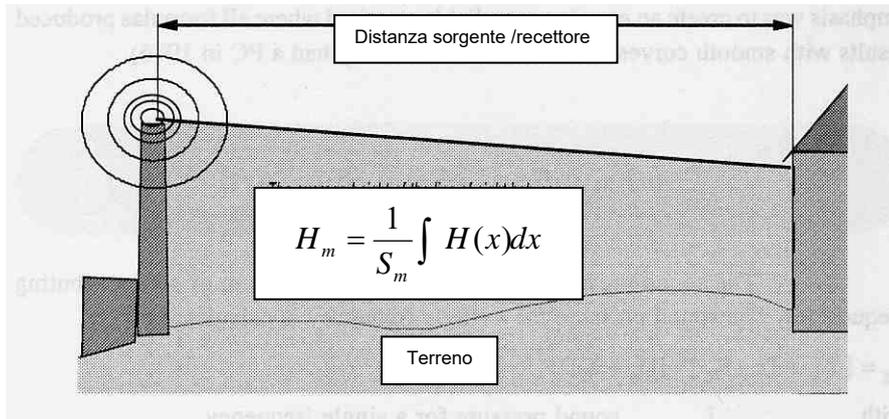


Figura 2 Definizione dell'altezza media della linea di vista sorgente-recettore

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:

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

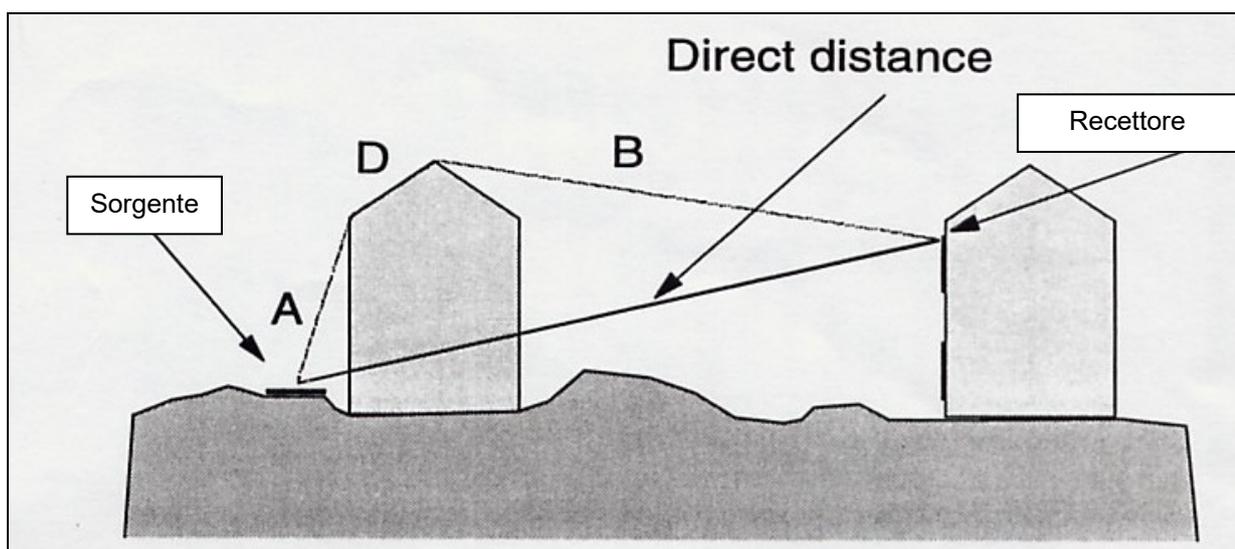


Figura 3 Definizione di "direct distance"

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 nei punti sorgente-orientati e recettore-orientati e dei contestuali conteggi di passaggi autoveicolari (leggeri e pesanti) lungo il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia (§ 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 al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua (§ 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 in località Madonna dell'Acqua come indotti dalle emissioni generate dal traffico autoveicolare (leggero e pesante) contestualmente in transito sul tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, nella sua 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 il tracciato attuale della S.S. 1 Aurelia in corrispondenza dei 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 1-3, stralcio 1-2 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 sia delle emissioni della sorgente stradale in esame (tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua) (punti sorgente-orientati), sia delle immissioni da sorgente stradale ai punti recettori potenzialmente impattati (punti recettore-orientati). Purtroppo, per tre dei quattro punti recettore-orientati, la relativa vicinanza della linea ferroviaria Viareggio-Pisa ha introdotto alcuni eventi anomali, costituiti dal passaggio di convogli ferroviari, che hanno dovuto necessariamente essere mascherati per permettere di ottenere il solo contributo acustico indotto dal traffico autoveicolare in transito lungo il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia. In particolare, per il punto denominato "1 bis recettore", è stato mascherato l'effetto di 1 transito ferroviario, mentre il passaggio aereo registrato non sembra influenzare sensibilmente il Leq ; per il punto "2 bis recettore" sono invece stati mascherati 4 passaggi ferroviari, mentre il passaggio aereo registrato anche per questo punto non ha alterato il Leq complessivo; infine per il punto "3 recettore" è stato mascherato 1 passaggio ferroviario, ma non il passaggio aereo riportato in rapporto di misura. Per il punto "4 recettore" il Leq non sembra invece essere significativamente influenzato dai 3 passaggi ferroviari, ovviamente a causa della relativa lontananza del punto di misura dalla linea ferroviaria.



PRO ITER
Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

**SMART
ENGINEERING**



CREALINK Srl
INGEGNERIA & CONSULENZA

**ARCHEO
SISTEMI**

**Nuova viabilità nord di Pisa
Progetto Definitivo
Lotto 1-2**



Figura 4 Localizzazione di dettaglio dei punti di misura utilizzati per la caratterizzazione sperimentale allo stato attuale (ante operam) lungo il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua

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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua

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 1 sorgente	09:26	31 min	492	33	26	6.0	68.7
Punto 2 sorgente	12:22	30 min	493	25	42	4.5	68.4
Punto 3 sorgente	15:24	30 min	536	20	39	3.4	68.2
Punto 1 bis recettore	10:12	31 min	481	27	36	5.0	56.3 (*)
Punto 2 bis recettore	11:08	37 min	510	29	44	5.0	54.5 (*)
Punto 3 recettore	14:40	32 min	506	24	68	4.0	57.4 (*)
Punto 4 recettore	16:14	46 min	772	25	59	2.9	55.7

(*) Mascheramento di alcuni eventi anomali (passaggio treni lungo la linea ferroviaria Viareggio-Pisa)

Si osservi ancora che i flussi di traffico in transito sulla S.S. 1 Aurelia nel periodo durante il quale sono state effettuate le misure acustiche risultano pressochè costanti nel corso dell'intera giornata, non evidenziando particolari modulazioni temporali-giornaliere. 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 20 000 passaggi al giorno.

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 immediatamente circostante il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua. 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 e ruotata rispetto al vero Nord di circa 50° verso Ovest) mostra la ricostruzione del modello digitale del terreno effettuata utilizzando appunto il modulo cartografico del codice di simulazione SoundPlan 8.2.

Come si può immediatamente notare, i dislivelli altimetrici che interessano l'area in esame sono limitati a pochi metri (2-4 m), benchè siano ben evidenti sia il cavalcavia dell'Autostrada A12 per il sovrappasso dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia e del tronco ferroviario Viareggio-Pisa, all'estrema sinistra nella Figura 5, sia il cavalcavia ferroviario dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia sullo stesso tronco ferroviario Viareggio-Pisa, nella parte in basso a destra di Figura 5. Chiaramente identificabili anche la massicciata del tronco ferroviario Viareggio-Pisa e la lieve sopraelevazione dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia.

Alla luce dei limitati dislivelli altimetrici rilevati entro l'area di interesse, si possono già ritenere pressochè trascurabili eventuali fenomeni di schermatura da parte dell'orografia, ad eccezione di quanto possa verificarsi in corrispondenza dei due citati cavalcavia.

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

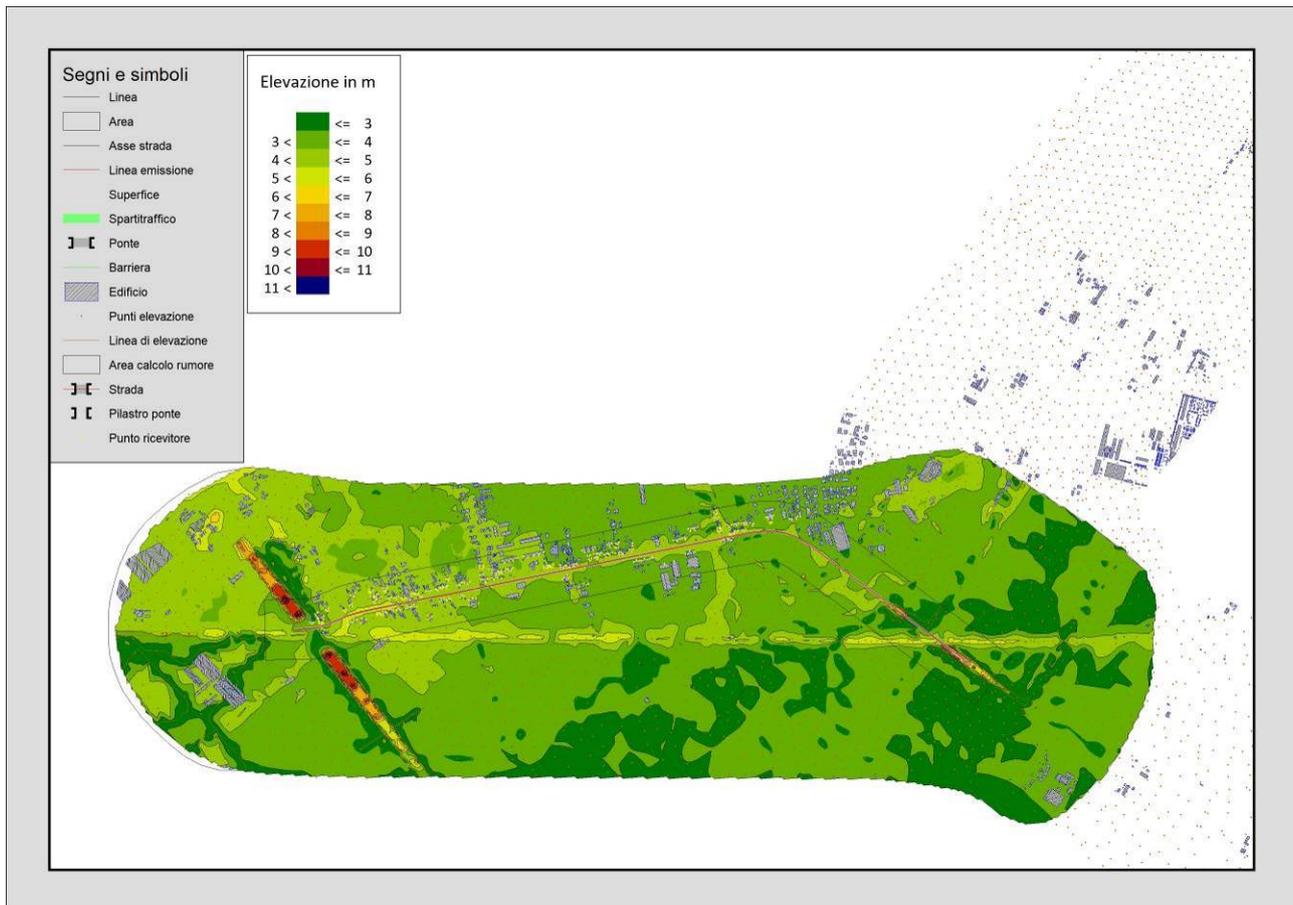


Figura 5 Ricostruzione dell'orografia del dominio di calcolo allo stato attuale

Edifici

Anche in riferimento alla discretizzazione degli edifici presenti entro l'ara 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 l'area di interesse, comprendendo pressochè tutti quelli presenti nell'abitato di Madonna dell'Acqua. 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

al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua, sono stati posizionati ulteriori complessivi 566 recettori puntuali sulle diverse facciate ed ai diversi piani di tutti gli edifici prospicienti il tracciato stradale in esame. Questa serie di recettori ha permesso di valutare i livelli di pressione acustica indotti dall'esercizio della S.S. 1 Aurelia 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.

Tra i recettori individuati è presente anche un sito da considerare come sensibile, costituito dall'edificio adibito a Residenza Sanitaria Assistenziale che sorge al civico 39 della S.S. 1 Via Aurelia in località Madonna del'Acqua. Questo recettore sensibili è individuato nelle seguenti Figura 6 e Figura 7 dal contorno in rosso.

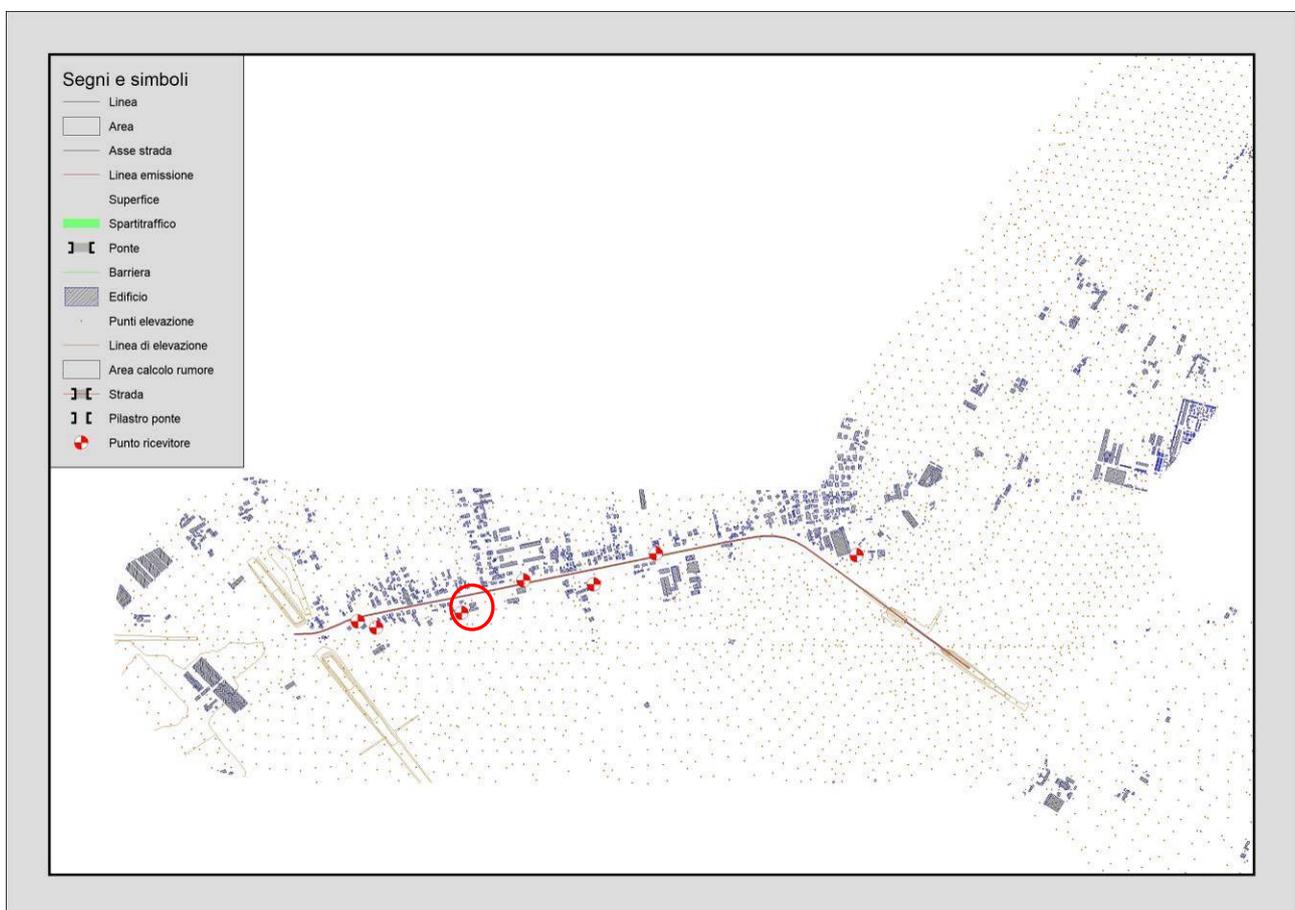


Figura 6 Posizionamento dei recettori per la fase di taratura delle simulazioni

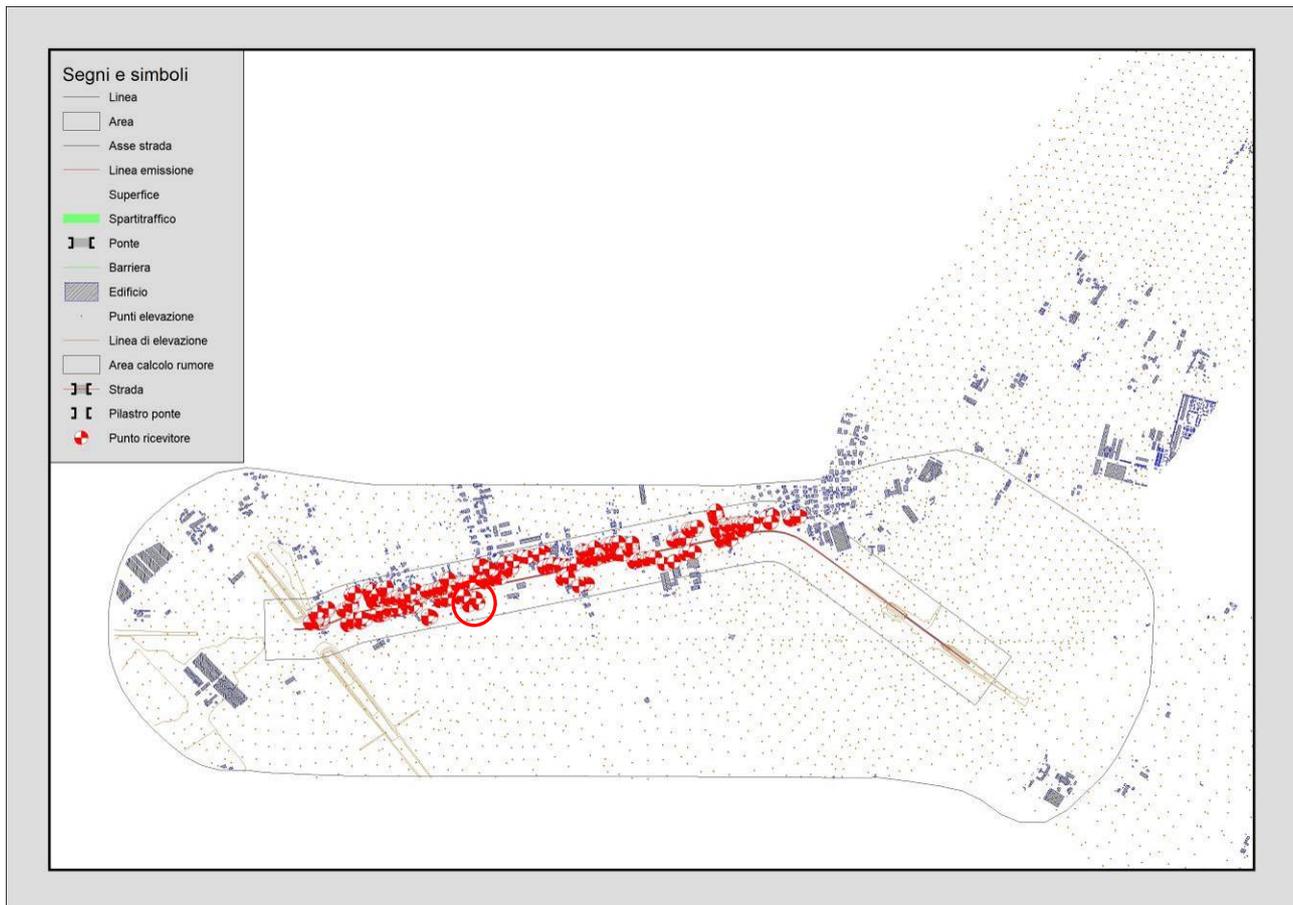


Figura 7 Posizionamenti dei recettori di facciata per la previsione del clima acustico attuale

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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, derivano dall'indagine sperimentale i cui risultati sono già stati illustrati nel precedente paragrafo 4.3.1. In particolare, per ciascuno dei tronchi di S.S. 1 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 70/50 km/h (veicoli leggeri/pesanti) per il primo tratto a Nord-Ovest del dominio, fino circa all'altezza del civico 49 (appena a Sud dell'area di servizio Q8), e di 60/50 km/h per il resto del tracciato. Lungo il tratto

stradale in esame è presente un limite di velocità di 50 km/h, ma nel corso delle misure si è potuto rilevare che le effettive velocità di percorrenza sono superiori ed è stato quindi necessario includere il parametro velocità di percorrenza tra quelli oggetto di taratura. 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 della S.S. 1 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, sulla base di informazioni di letteratura esso è stato stimato in un valore pari al 30 % dei flussi diurni.

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 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12. 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.

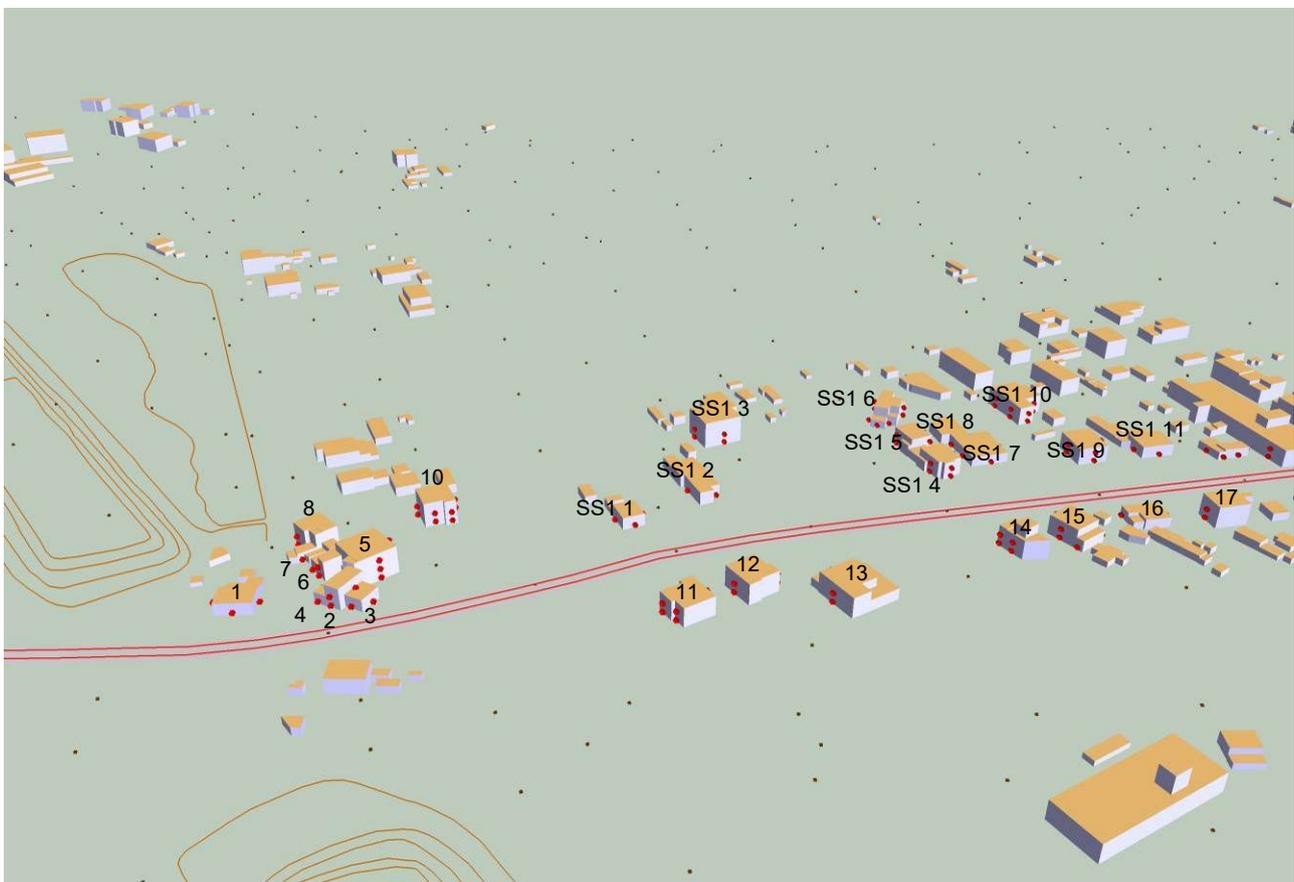


Figura 8 Rappresentazione 3D della parte Nord-Occidentale del dominio di simulazione

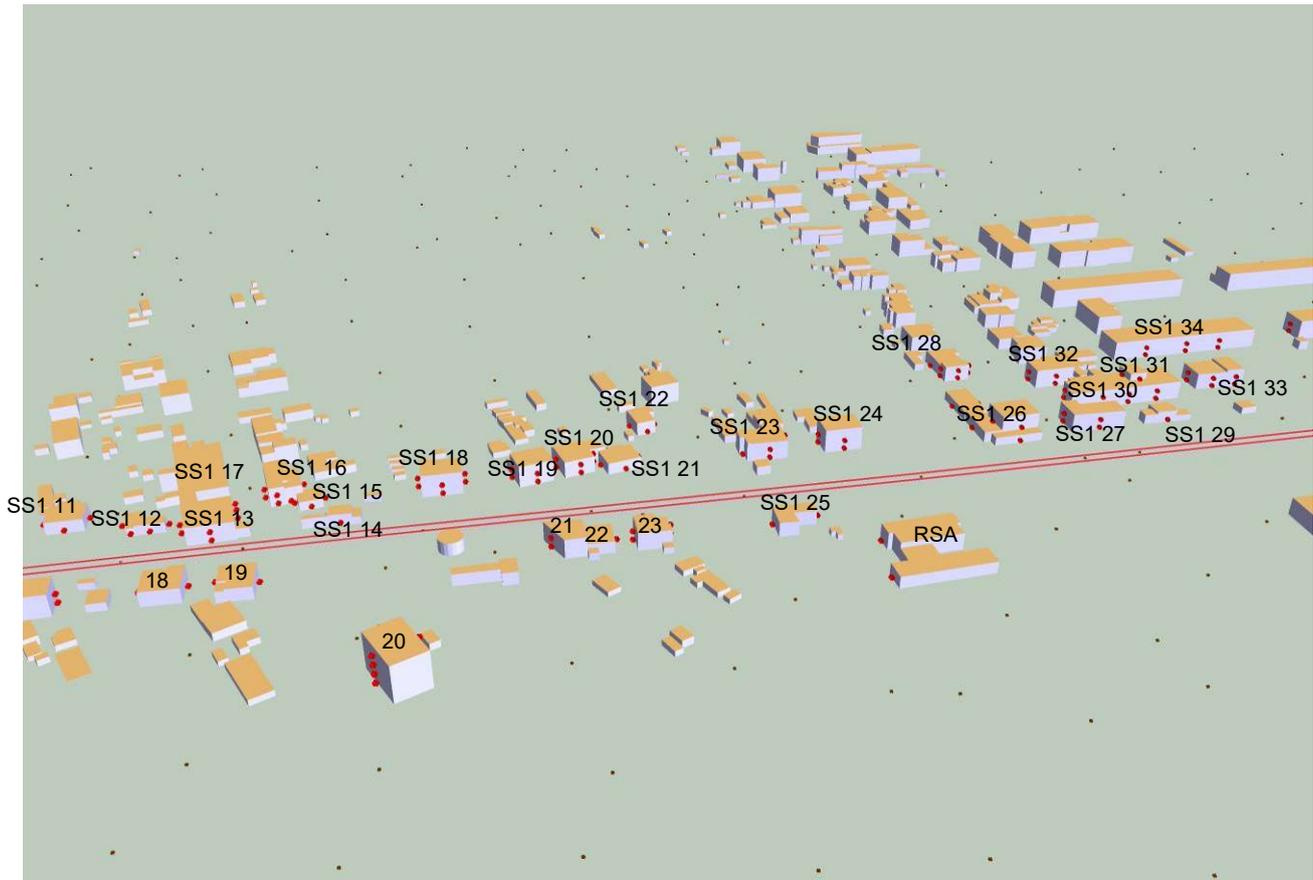


Figura 9 Rappresentazione 3D della parte centro/Nord-Occidentale del dominio di simulazione

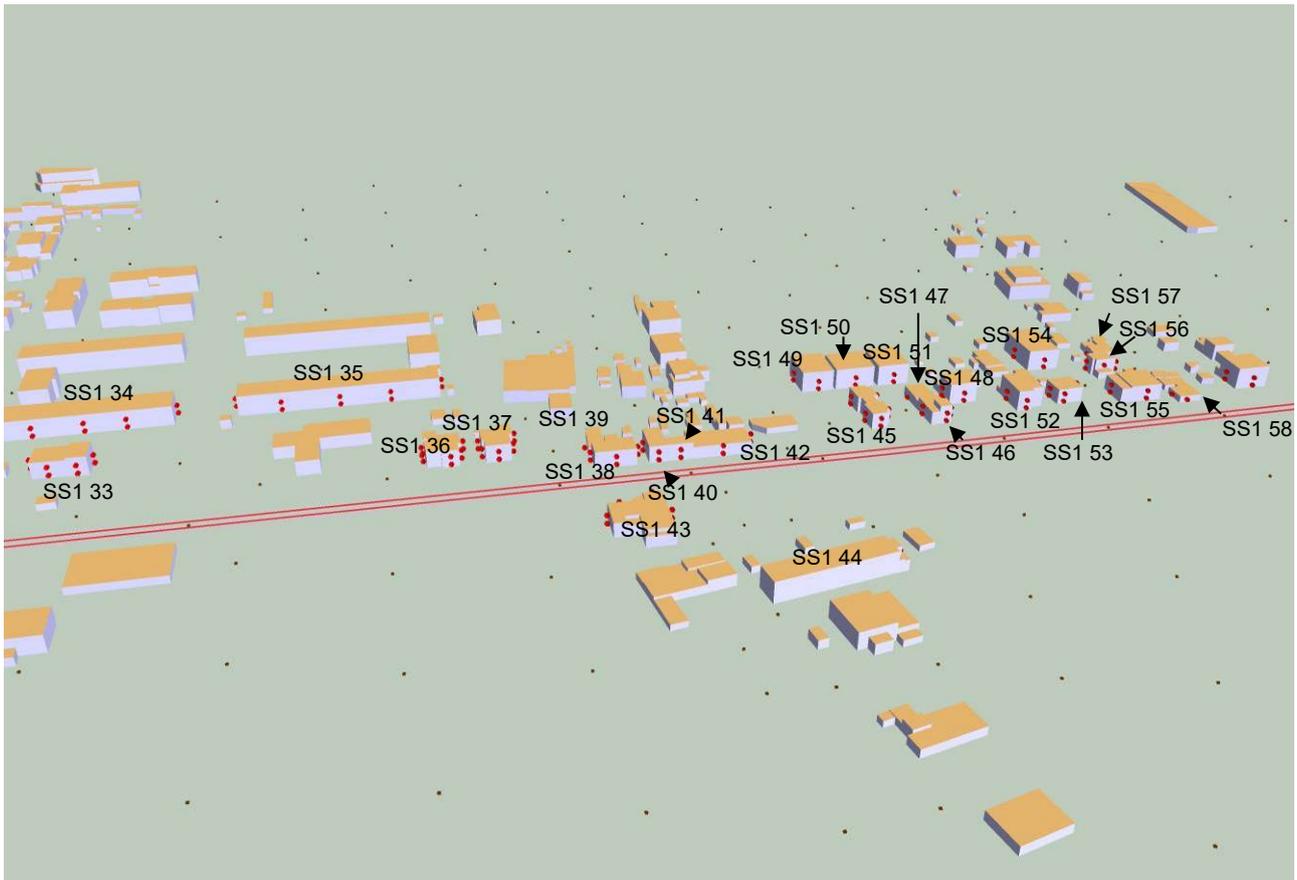


Figura 10 Rappresentazione 3D della parte centrale del dominio di simulazione

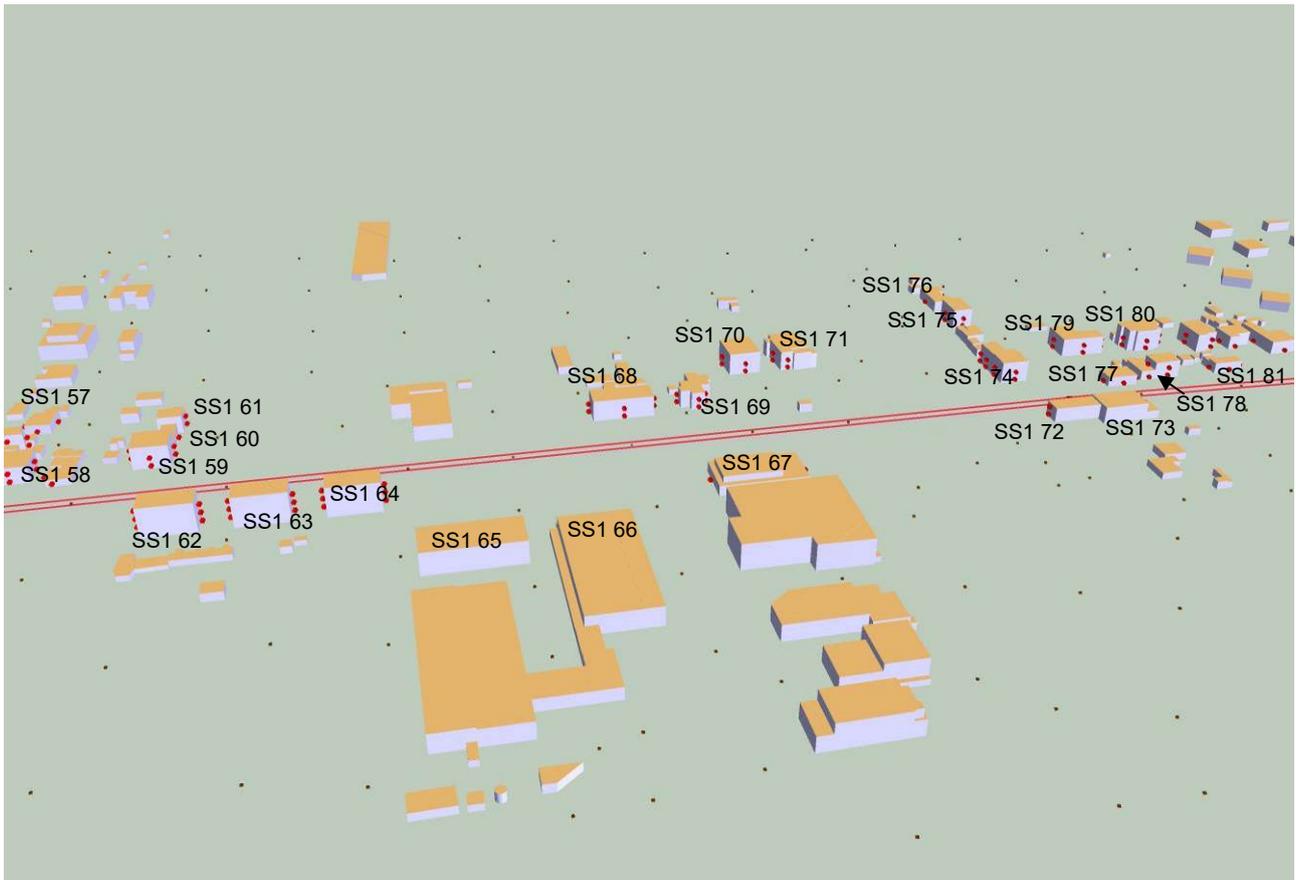


Figura 11 Rappresentazione 3D della parte centro/Sud-Orientale del dominio di simulazione



Figura 12 Rappresentazione 3D della parte Sud-Orientale del dominio di simulazione

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 Leq 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 lungo il tracciato della S.S. 1) che di mappatura delle curve di isolivello, del clima acustico che attualmente interessa i recettori presenti lungo il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua.

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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, 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 di S.S. 1 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 ed allo scarto quadratico medio per i punti sorgente-orientati, recettore-orientati e complessivo per tutti i punti.

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	Scarto quadratico medio
	Periodo diurno	Periodo notturno			
Punto 1 sorgente	68.0	62.7	68.7	-0.7	0.44
Punto 2 sorgente	67.5	62.3	68.4	-0.9	
Punto 3 sorgente	68.3	63.1	68.2	0.1	
Punto 1 bis recettore	58.1	52.8	56.3	1.8	0.91
Punto 2 bis recettore	55.0	49.8	54.5	0.5	
Punto 3 recettore	57.2	52.0	57.4	-0.2	
Punto 4 recettore	56.0	50.8	55.7	0.3	
					0.70

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 566 recettori individuati per ciascun piano, di ciascuna facciata esposta, dei vari edifici prospicienti il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua (§ precedente Figura 7 per il posizionamento planimetrico dei recettori e da Figura 8 a Figura 12 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, del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua. 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 tipo Cb (strada extraurbana secondaria a carreggiate non separate) entro la fascia A di pertinenza acustica (ampiezza 100 m dal bordo strada), all'interno della quale sorgono tutti gli edifici recettori individuati; tali limiti sono, rispettivamente per il periodo diurno e notturno, 70/60 dB(A) per i normali recettori, e 50/40 dB(A) per il recettore sensibile costituito dalla RSA Madonna dell'Acqua.

Le seguenti mappe (Figura 13 e Figura 14) (immagini non riportate in scala e ruotate rispetto al vero Nord di circa 50° verso Ovest) 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 il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in attraversamento all'abitato di Madonna dell'Acqua.

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 8 a Figura 12. 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.

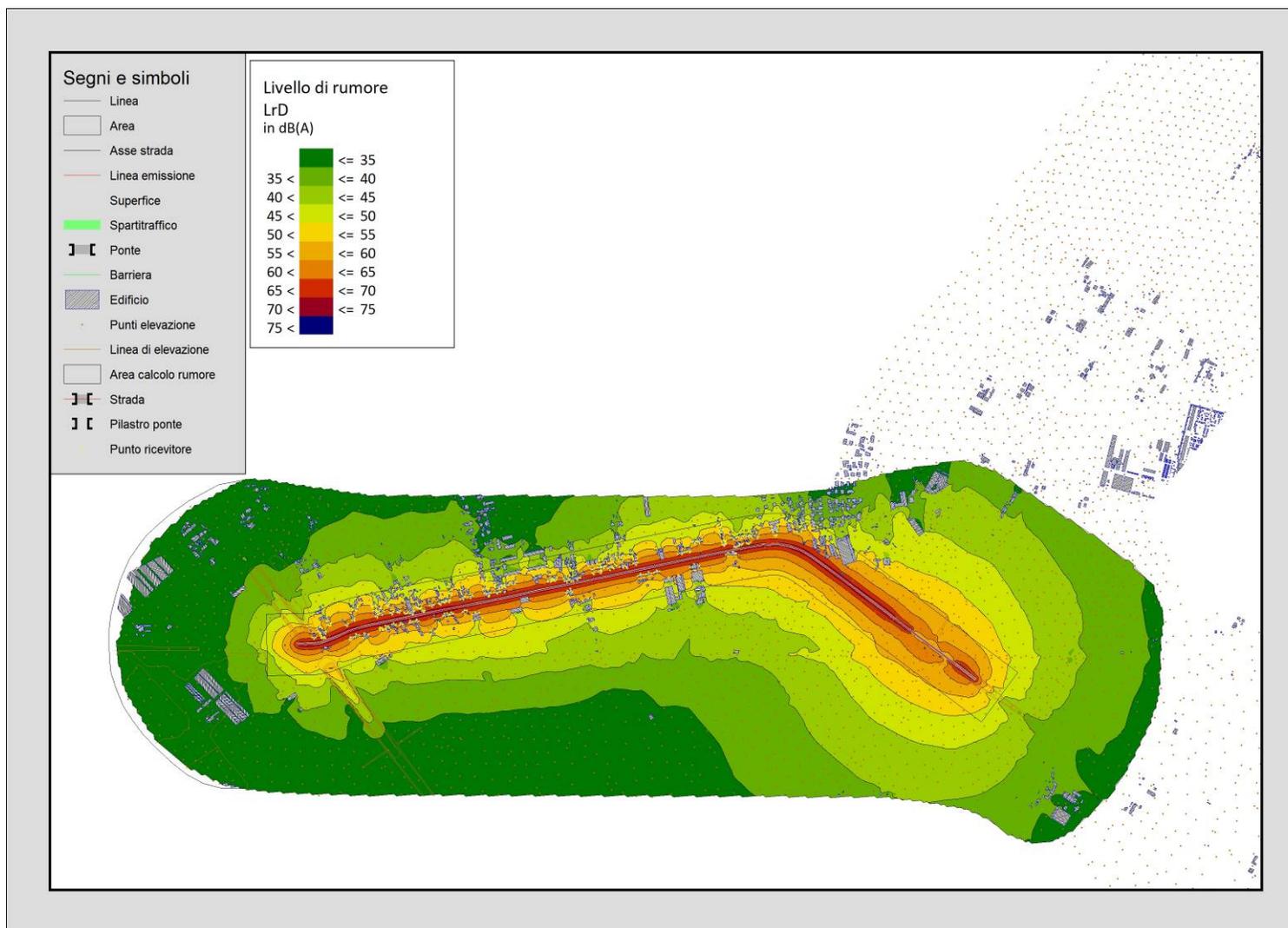


Figura 13 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario ante operam in periodo diurno

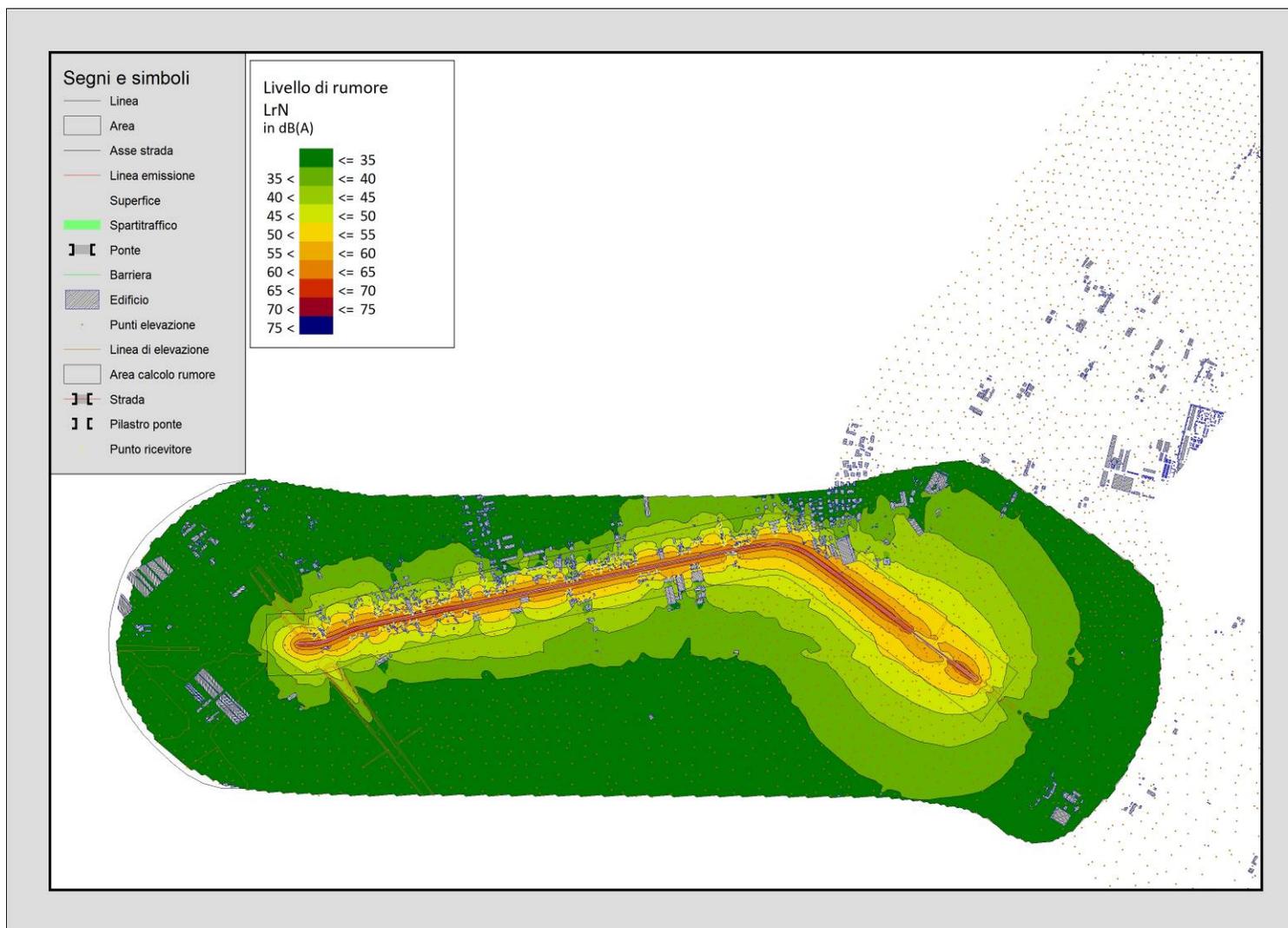


Figura 14 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario ante operam in periodo notturno

Si osservi che diversi edifici residenziali tra tutti quelli discretizzati sono interessati da livelli di pressione acustica prevista superiori ai 70 dB(A), per il periodo diurno, ed ai 60 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 A di pertinenza (ampiezza pari a 100 m dal ciglio stradale, da ambo i lati) di infrastrutture stradali di tipologia Cb – strade extraurbane secondarie esistenti a carreggiate non separate, come, per l'appunto, il tratto di S.S. 1 Aurelia in attraversamento all'abitato di Madonna dell'Acqua. I superamenti dei limiti di legge sono particolarmente numerosi in periodo notturno, raggiungendo le 100 unità.

Anche in riferimento al recettore sensibile della RSA Madonna dell'Acqua, si rileva un previsto superamento dei limiti di legge per entrambi i periodi diurno e notturno (rispettivamente 50 e 40 dB(A)).

La situazione acustica dei recettori limitrofi al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua appare quindi piuttosto compromessa, necessitando certamente di interventi di mitigazione per la riduzione a conformità dei livelli previsti. Il progetto di realizzazione del lotto stralcio 1-2 della tangenziale Nord-Est di Pisa, con la prevista realizzazione di una nuova viabilità esterna all'abitato di Madonna dell'Acqua, che alleggerirebbe quindi non poco il traffico in transito lungo il tracciato storico dell'Aurelia, si inserisce esattamente in un simile disegno generale di miglioramento del clima acustico presso il centro abitato stesso.

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 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 sia l'area immediatamente limitrofa al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua (§ paragrafo 4.4.2), per la quale si prevede una significativa riduzione dei flussi veicolari, sia l'area circostante il nuovo tracciato in progetto della S.S. 1 che si svilupperà pressoché parallelamente alla linea ferroviaria Viareggio-Pisa a formare una sorta di corridoio trasportistico. 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 15 (non riportata in scala e ruotata rispetto al vero Nord di circa 50° verso Ovest) mostra la ricostruzione del modello digitale del terreno effettuata utilizzando appunto il modulo cartografico del codice di simulazione SoundPlan 8.2.

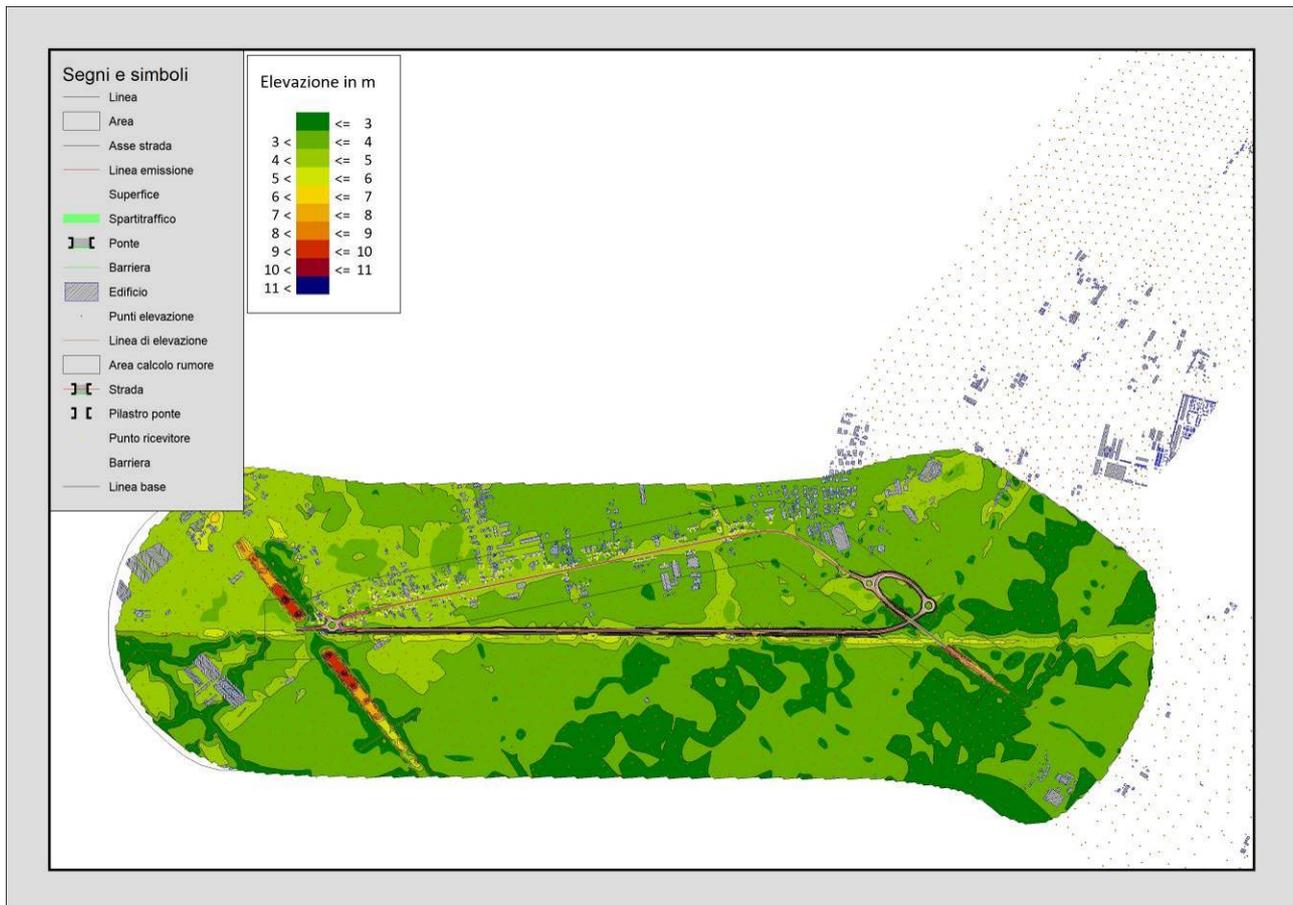


Figura 15 Ricostruzione dell'orografia del dominio di calcolo per lo scenario di progetto

Come si può immediatamente notare, i dislivelli altimetrici che interessano l'area in esame sono limitati a pochi metri (2-4 m), benchè siano ben evidenti sia il cavalcavia dell'Autostrada A12 per il sovrappasso dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia e del tronco ferroviario Viareggio-Pisa, all'estrema sinistra nella precedente Figura 15, sia il cavalcavia ferroviario dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia sullo stesso tronco ferroviario Viareggio-Pisa, nella parte in basso a destra di Figura 15. Chiaramente identificabili anche la massicciata del tronco ferroviario Viareggio-Pisa e la lieve sopraelevazione dell'attuale tracciato della S.S. 1 Aurelia. Il progetto della nuova infrastruttura stradale, da realizzarsi in lieve rilevato rispetto al piano campagna, è riportato in sovrapposizione all'orografia in Figura 15 e prevede di sfruttare i due cavalcavia già presenti; tuttavia, mentre quello dell'Autostrada A12 resterà pressochè immutato, dell'altro verrà ampliata la luce, in quanto, in corrispondenza di esso, il previsto nuovo tracciato, fino a qui parallelo al tronco ferroviario Viareggio-Pisa, se ne stacca deviando ad Est.

Alla luce dei limitati dislivelli altimetrici rilevati entro l'area di interesse, si possono già ritenere pressochè trascurabili eventuali fenomeni di schermatura da parte dell'orografia, ad eccezione di quanto possa verificarsi in corrispondenza dei due citati cavalcavia.

In Figura 15 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 15, 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 individuare due distinti gruppi di recettori: quelli del primo gruppo coincidono esattamente con i recettori già individuati in precedenza per lo scenario ante operam (§ precedente paragrafo 4.3.2 e Figura 7) ed utilizzati per la determinazione dei livelli di pressione acustica che si prevede possano interessare i vari piani delle differenti facciate di tutti gli edifici immediatamente prospicienti il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua. Questo gruppo di recettori è stato utilizzato per confrontare direttamente gli effetti indotti dalla realizzazione del progetto di nuova viabilità sui recettori attualmente esposti presenti lungo il tracciato storico della S.S. 1 (confronto ante operam/post operam).

Il posizionamento del secondo gruppo di recettori puntuali di calcolo è stato invece eseguito 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.

La scelta di tale approccio è determinata dal fatto che, in assenza di una caratterizzazione acustica previsionale di mappa in condizioni ante mitigazioni, non sarebbe interessante predisporre ulteriori simulazioni di calcolo dei livelli di pressione acustica in singoli recettori puntuali, generalmente rappresentativi del posizionamento di luoghi o spazi utilizzati da persone. Dopo la ricostruzione previsionale della mappa di curve di isolivello acustico in condizioni ante mitigazioni, è invece possibile individuare tutti gli edifici che possono risultare interessati da livelli di pressione acustica superiori ai limiti fissati dalla vigente normativa (zonizzazioni acustiche comunali o D.P.R. 142/2004) e predisporre, in corrispondenza di tali edifici, il posizionamento di opportuni recettori puntuali a tutte le quote corrispondenti ai vari piani residenziali degli edifici stessi.

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, la RSA Madonna dell'Acqua, 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 SoundPlan 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 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 Crossos, 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 della S.S. 1 Aurelia 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 16 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.

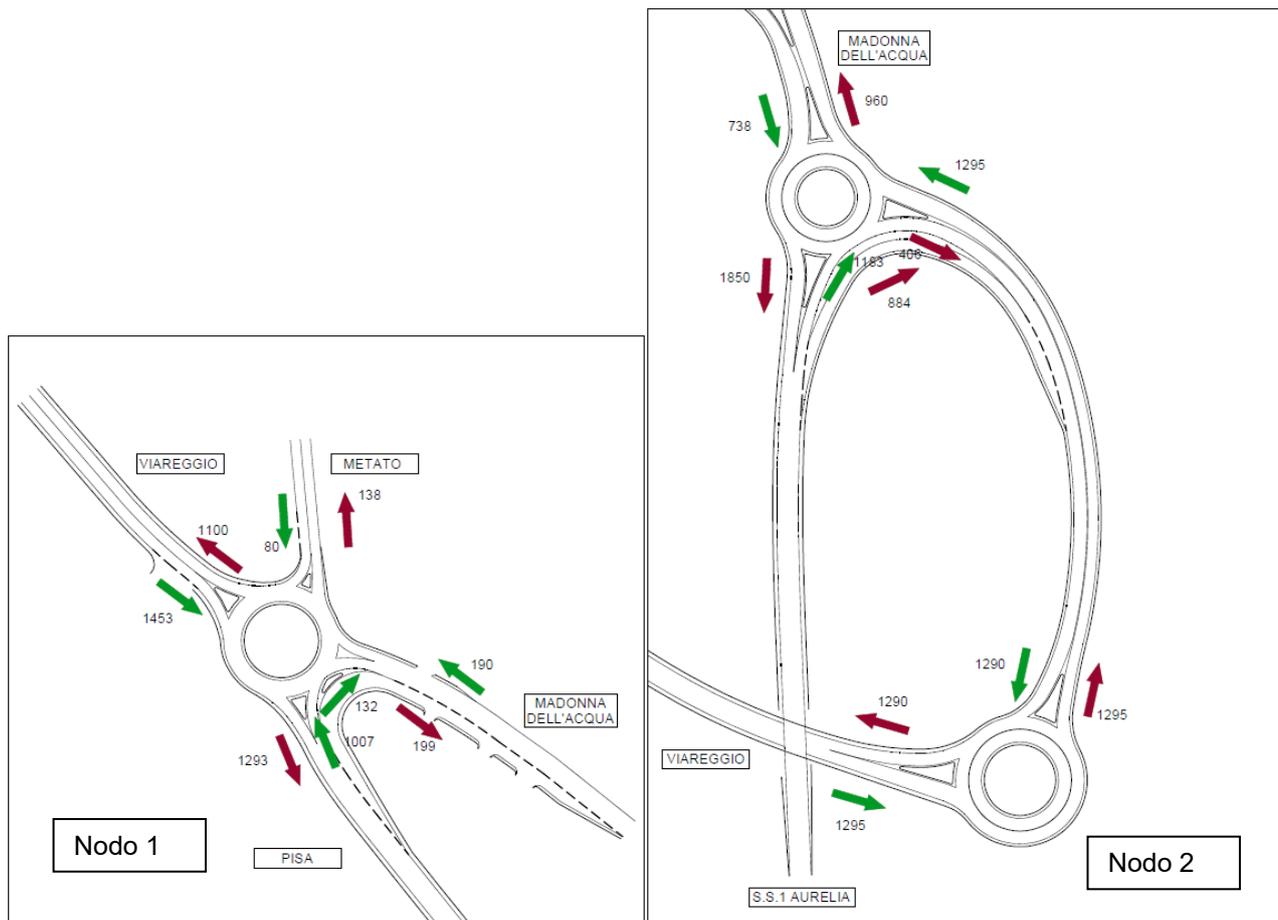


Figura 16 Flussi diurni di traffico (in veicoli equivalenti) che interessano i tronchi stradali e le rotatorie in esame

Si osservi che, sulla base delle indicazioni contenute nello studio del traffico, il coefficiente di ragguaglio 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 dell'ordine di 23 000 passaggi/giorno.

Per quanto riguarda il valore dei flussi di traffico in periodo notturno, non avendo a disposizione specifiche indicazioni, sulla base di informazioni di letteratura esso è stato stimato in un valore pari al 30 % dei flussi diurni.

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.

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 17, Figura 18, Figura 19 Figura 20 e Figura 21. Per la nomenclatura degli edifici recettori si può fare riferimento alle precedenti immagini da Figura 8 a Figura 12.

La successiva Figura 22 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 17 Rappresentazione 3D della parte Nord-Occidentale del dominio di simulazione posto operam

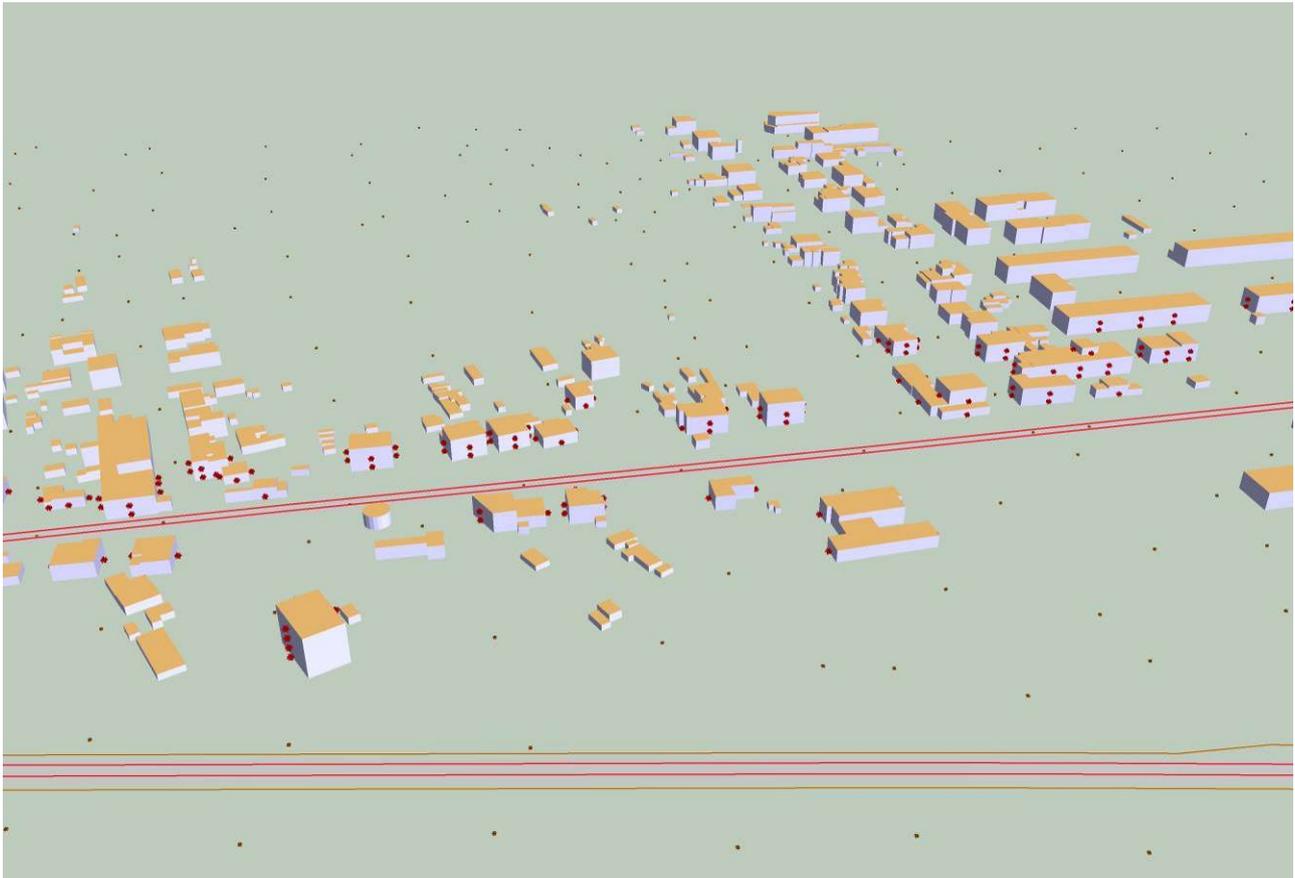


Figura 18 Rappresentazione 3D della parte centro/Nord-Occidentale del dominio di simulazione post operam

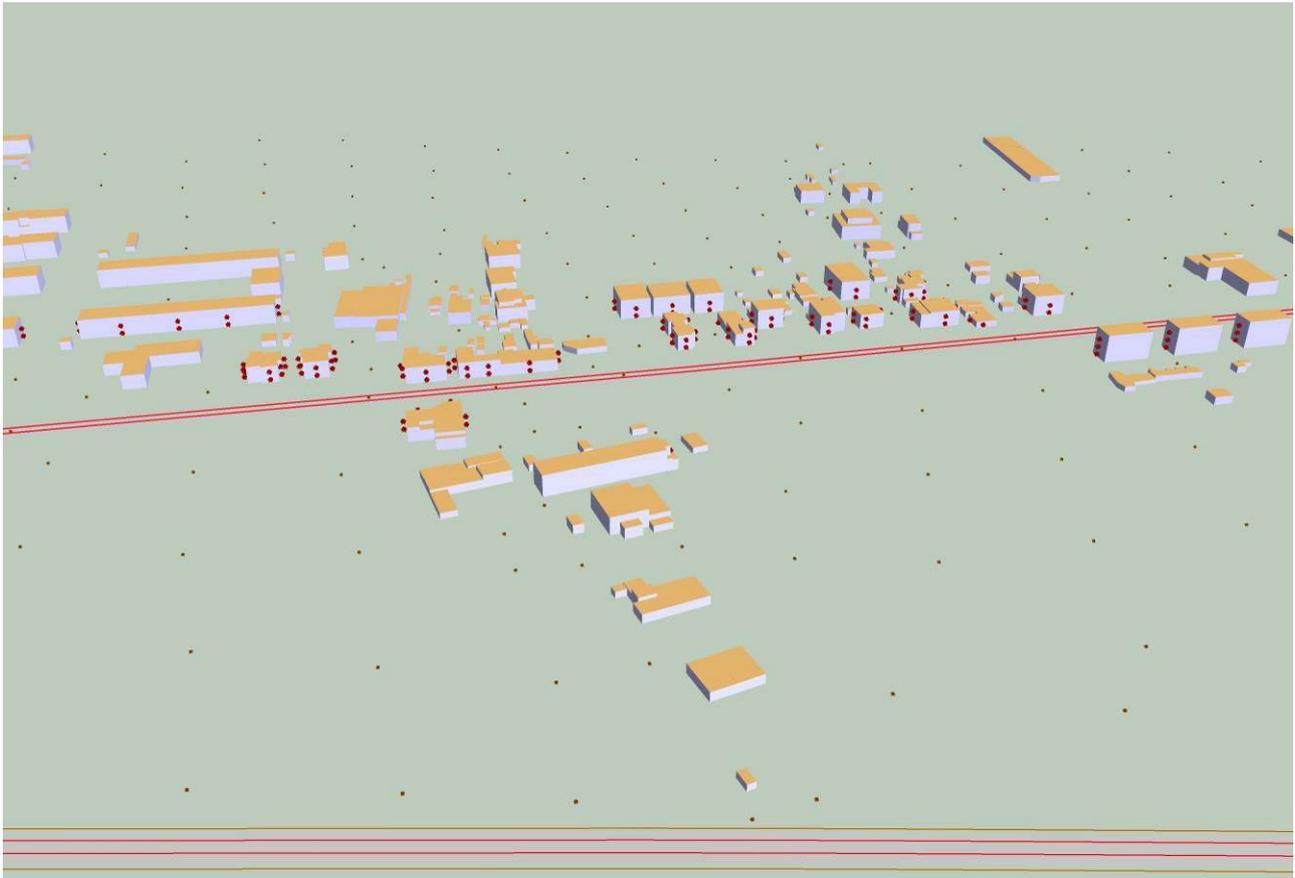


Figura 19 Rappresentazione 3D della parte centrale del dominio di simulazione post operam

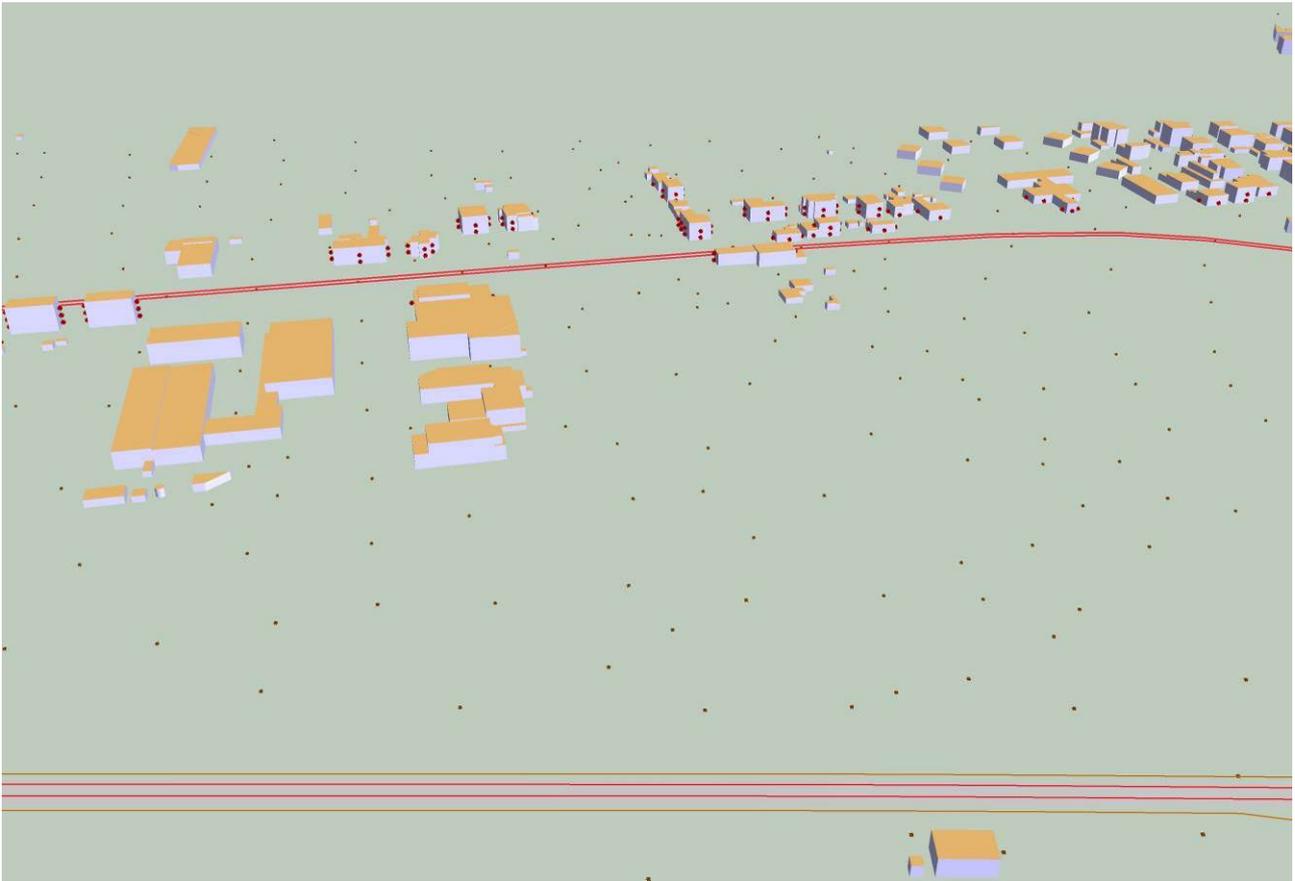


Figura 20 Rappresentazione 3D della parte centro/Sud-Orientale del dominio di simulazione post operam

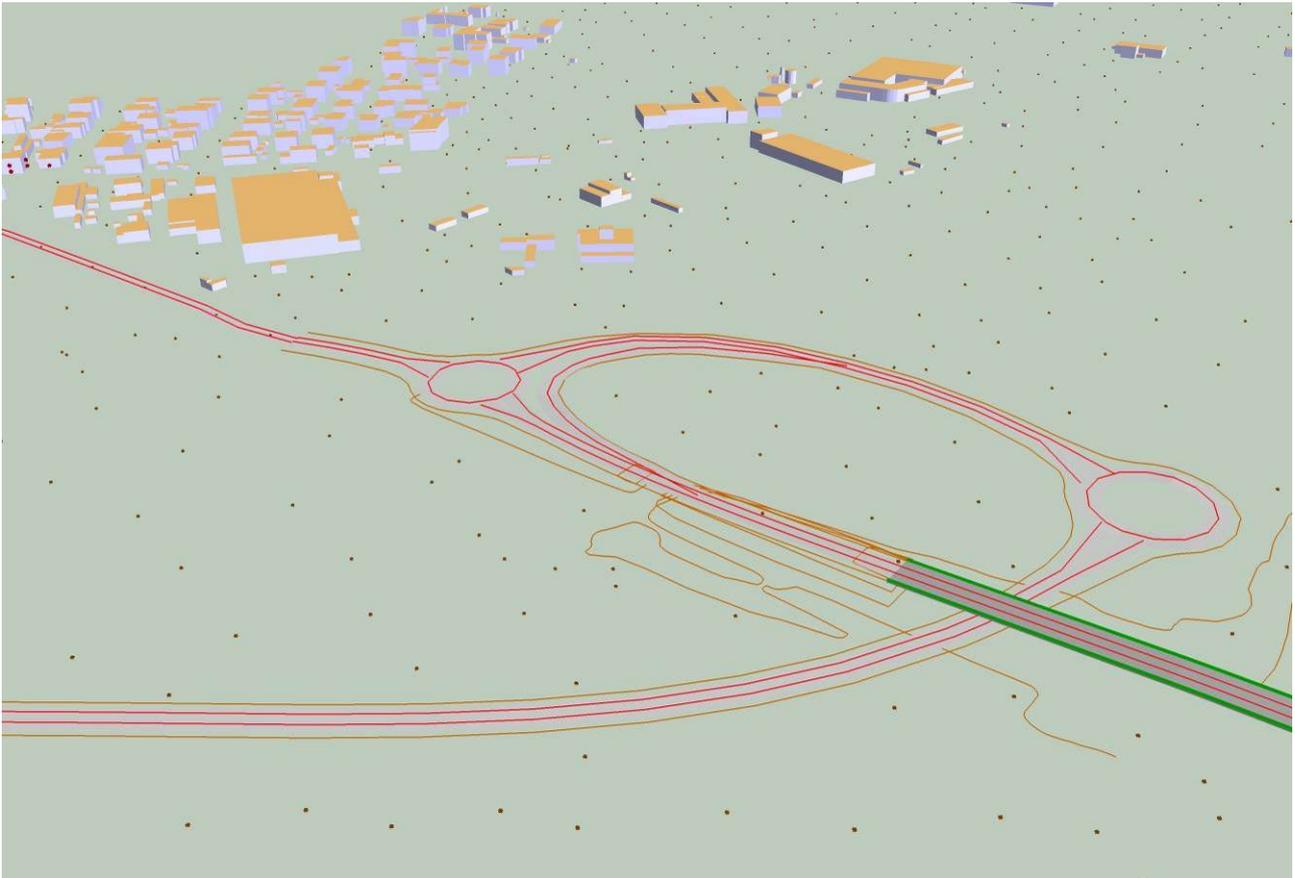


Figura 21 Rappresentazione 3D della parte Sud-Orientale del dominio di simulazione post operam

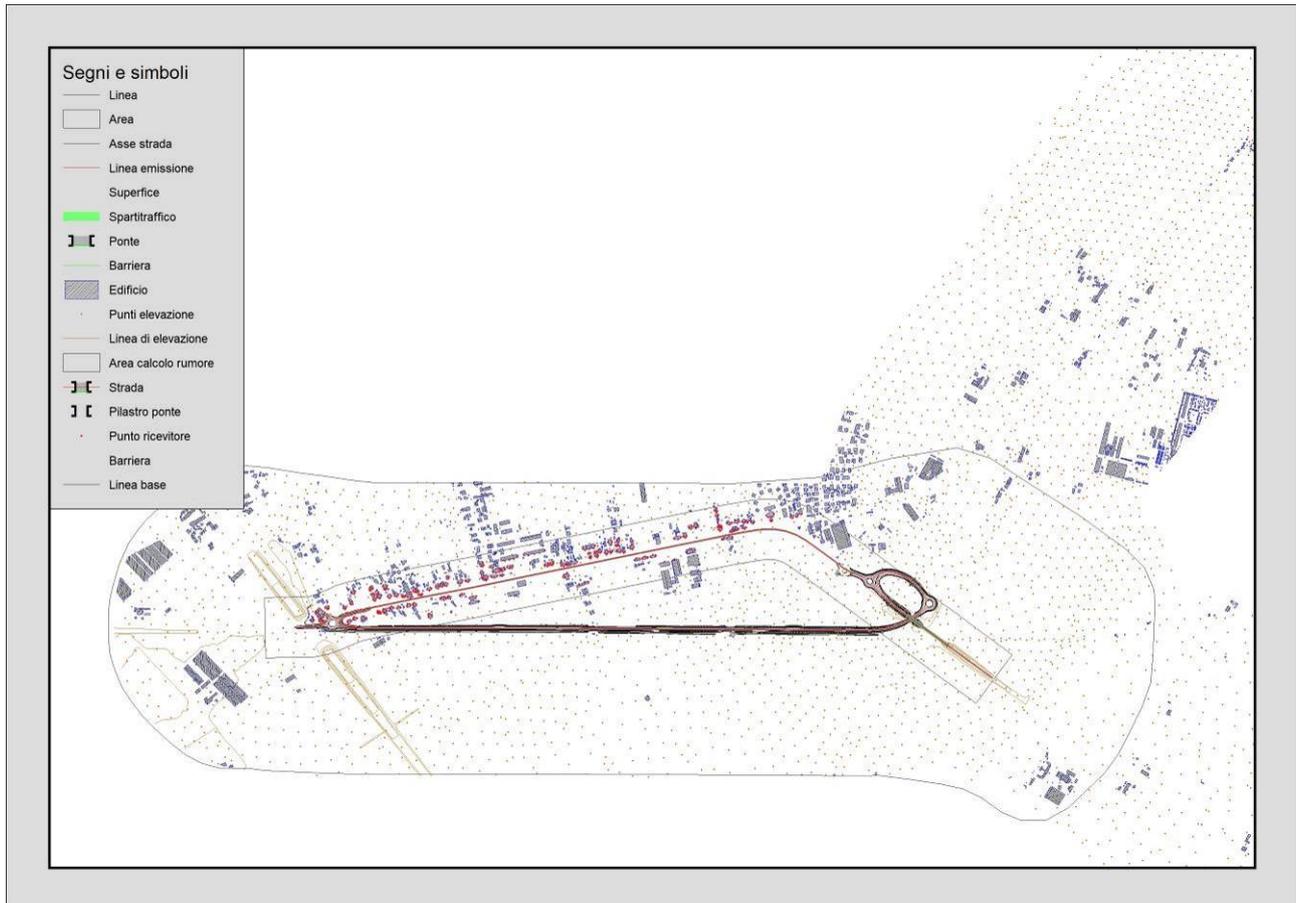


Figura 22 Discretizzazione del dominio di calcolo per lo scenario post operam sovrapposta al progetto ed alla cartografia di base

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 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 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 e del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, 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 15), 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 1-

2 della nuova circonvallazione Nord di Pisa, compresa tra le rotonde 1 e 2, sia del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua, entrambe 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 1 e 2 (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 al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia (70/60 dB(A) per i periodi diurno/notturno, entro la fascia A di pertinenza acustica, di ampiezza 100 m dal bordo strada, e 65/55 dB(A), sempre per i periodi diurno/notturno, entro la fascia B di pertinenza, di ampiezza pari ad ulteriori 50 m dal limite esterno di fascia A (infrastruttura di tipo Cb)).

Le seguenti mappe (Figura 23 e Figura 24) (immagini non riportate in scala e ruotate rispetto al vero Nord di circa 50° verso Ovest) 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 dell'Aurelia con flussi auto veicolari ridotti) ed in assenza di mitigazioni, ovvero senza alcuna barriera acustica a protezione dei recettori presenti nelle immediate vicinanze del nuovo sedime stradale.

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 i recettori presi in considerazione, per lo scenario post operam, 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 ed alle immagini da Figura 17 a Figura 21, mentre la nomenclatura è illustrata nelle precedenti immagini da Figura 8 a Figura 12. 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 osserva 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 tronco tra le rotonde 1 e 2 della tangenziale Nord-Est di Pisa.

I superamenti dei limiti di legge appaiono particolarmente evidenti, sia per il periodo diurno che per quello notturno, lungo il tratto Nord-Occidentale della nuova infrastruttura stradale in progetto, a partire dal cavalcavia dell'Autostrada A12, limite settentrionale del lotto in esame, e verso Sud-Est, ed interessano essenzialmente i numerosi edifici a destinazione prevalentemente residenziale presenti immediatamente a Nord-Est del nuovo tracciato e lungo il lato meridionale del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia.

Inoltre, entro l'area di interesse, è possibile individuare un recettore di tipo sensibile, costituito dalla RSA Madonna dell'Acqua, la cui localizzazione è già stata evidenziata nella precedente Figura 7: per questo recettore i limiti di fascia di pertinenza di nuove infrastrutture stradali di tipo C1 passa a 50/40 dB(A) (periodo diurno/notturno), evidenziando, anche in questo caso, un mancato rispetto dei limiti di legge.

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.

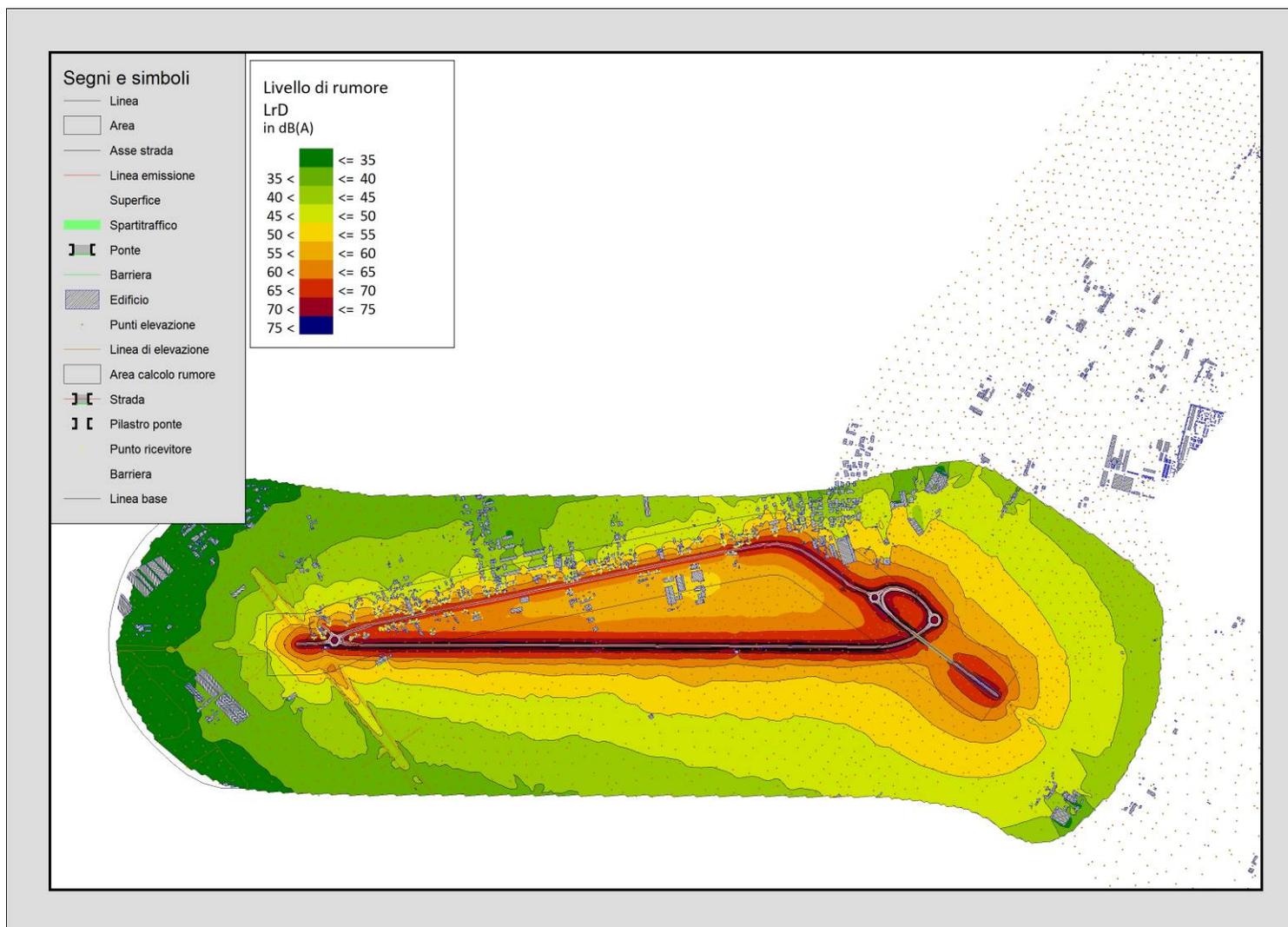


Figura 23 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario post operam in periodo diurno in assenza di mitigazioni acustiche

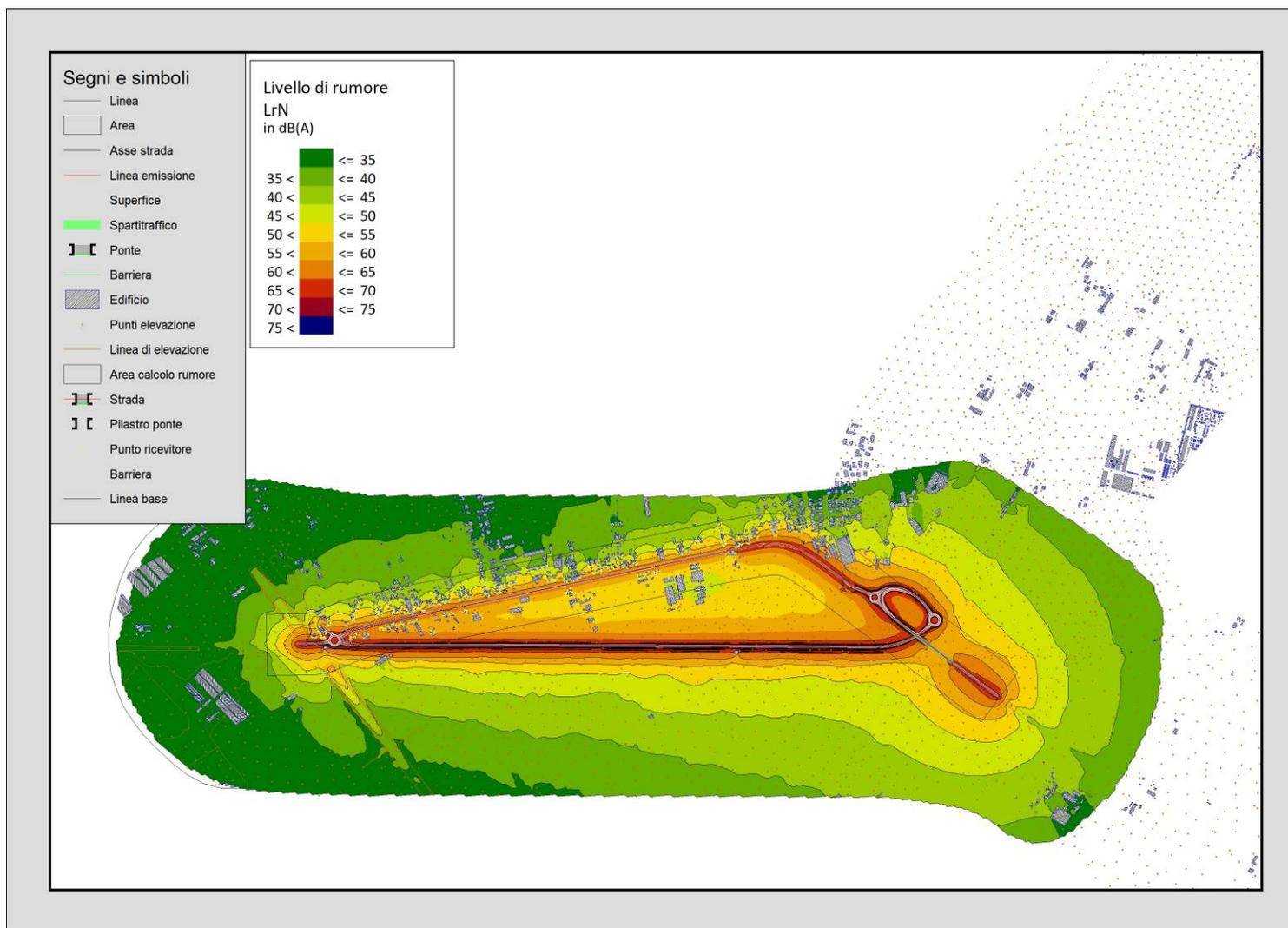


Figura 24 Mappa di previsione delle curve di isolivello per lo scenario post operam in periodo notturno in assenza di mitigazioni acustiche

4.5 Individuazione ed ottimizzazione degli interventi di mitigazione

Come evidenziato nel precedente paragrafo, l'esercizio della nuova infrastruttura stradale in progetto tra le rotatorie 1 e 2 della tangenziale Nord-Est di Pisa, può indurre, presso diversi 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).

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 un valore obiettivo diurno (65 dB(A), ex D.P.R. 142/2004 per fascia di pertinenza di infrastrutture stradali di tipo C1) 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) o 40 dB(A) per recettori sensibili).

La seguente Figura 25 mostra, in una vista tridimensionale non in scala, la traccia al suolo delle barriere (in verde) ed il posizionamento dei recettori presenti lungo il tratto Nord-Occidentale della nuova infrastruttura stradale in esame, per i quali, sulla base delle risultanze dell'analisi delle mappe di isolivelli ottenute per lo scenario post operam, è stato previsto il superamento dei limiti di legge e che saranno conseguentemente utilizzati nella fase di ottimizzazione delle barriere. Si osservi che tutti i recettori sono stati posizionati sulle diverse facciate degli edifici esposti in corrispondenza dei 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.

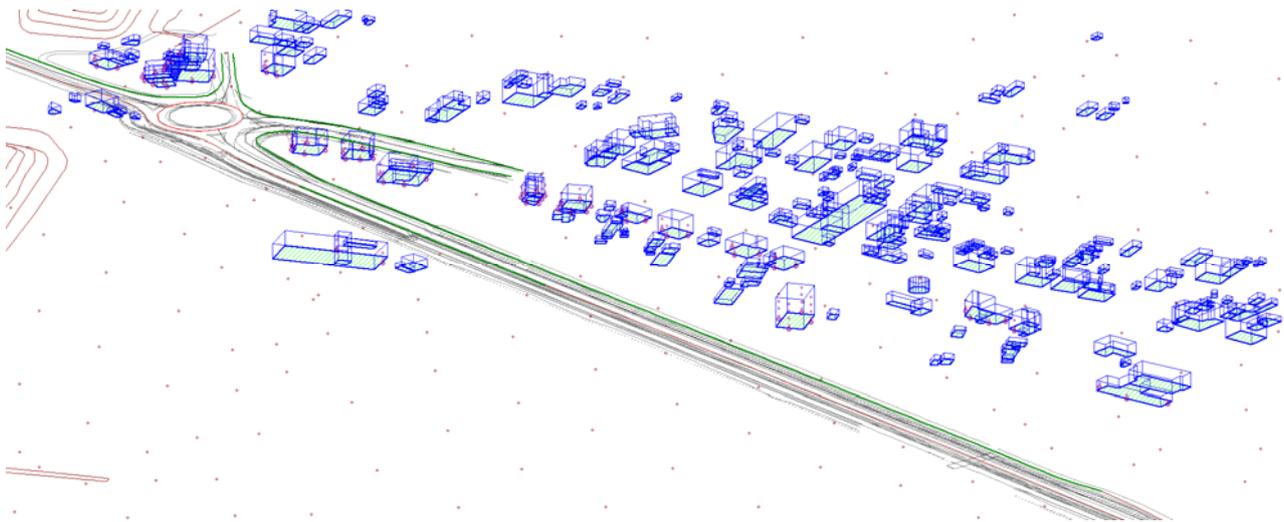


Figura 25 Tracce al suolo delle barriere di mitigazione e posizionamento dei recettori

Le successive Figura 26 e Figura 27 presentano la nomenclatura degli edifici recettore per fornire la chiave di lettura della tabella dell'Allegato 4, dove si riporta invece 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.

In particolare, in Figura 27 si può osservare in colore anche il posizionamento del recettore sensibile costituito dalla RSA Madonna dell'Acqua. Si rammenta in questo caso che, per recettori sensibili, il D.P.R. 142/2004 fissa limiti assoluti di immissione da rumore stradale differenti rispetto a quelli validi per tutti gli altri recettori: entro le fasce di pertinenza, presso recettori sensibili i livelli di pressione acustica indotti da infrastrutture stradali non possono infatti superare i 50 dB(A) per il periodo diurno ed i 40 dB(A) per quello notturno. Ovviamente i livelli obiettivo di riferimento per i singoli recettori utilizzati nel corso della fase di ottimizzazione delle barriere, sono stati fissati esattamente al valore limite di legge, tenendo conto sia della presenza di recettori sensibili (limiti numericamente inferiori rispetto a quanto vale per normali recettori residenziali), sia della differente tipologia di strada esistente o di nuova realizzazione (limiti secondo D.P.R. 142/2004). In particolare, per i recettori localizzati tra i rami della rotatoria 1 verso Viareggio (direzione Nord), verso Metato (direzione Nord-Ovest) e verso il tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, i valori obiettivo per la procedura di ottimizzazione delle barriere sono stati fissati ai limiti di legge di riferimento per fascia A di infrastruttura stradale esistente di tipo Cb (70/60 dB(A) rispettivamente per i periodi diurno e notturno), mentre per tutti gli altri si sono invece utilizzati i limiti di infrastrutture stradali di nuova realizzazione di tipo C1 (65/55 dB(A), sempre rispettivamente per i periodi diurno e notturno). Inutile sottolineare che, coerentemente con il dettato del D.P.R. 142/2004, per il recettore sensibile della RSA Madonna dell'Acqua i limiti sono stati coerentemente fissati a 50/40 dB(A) (periodo diurno/notturno).

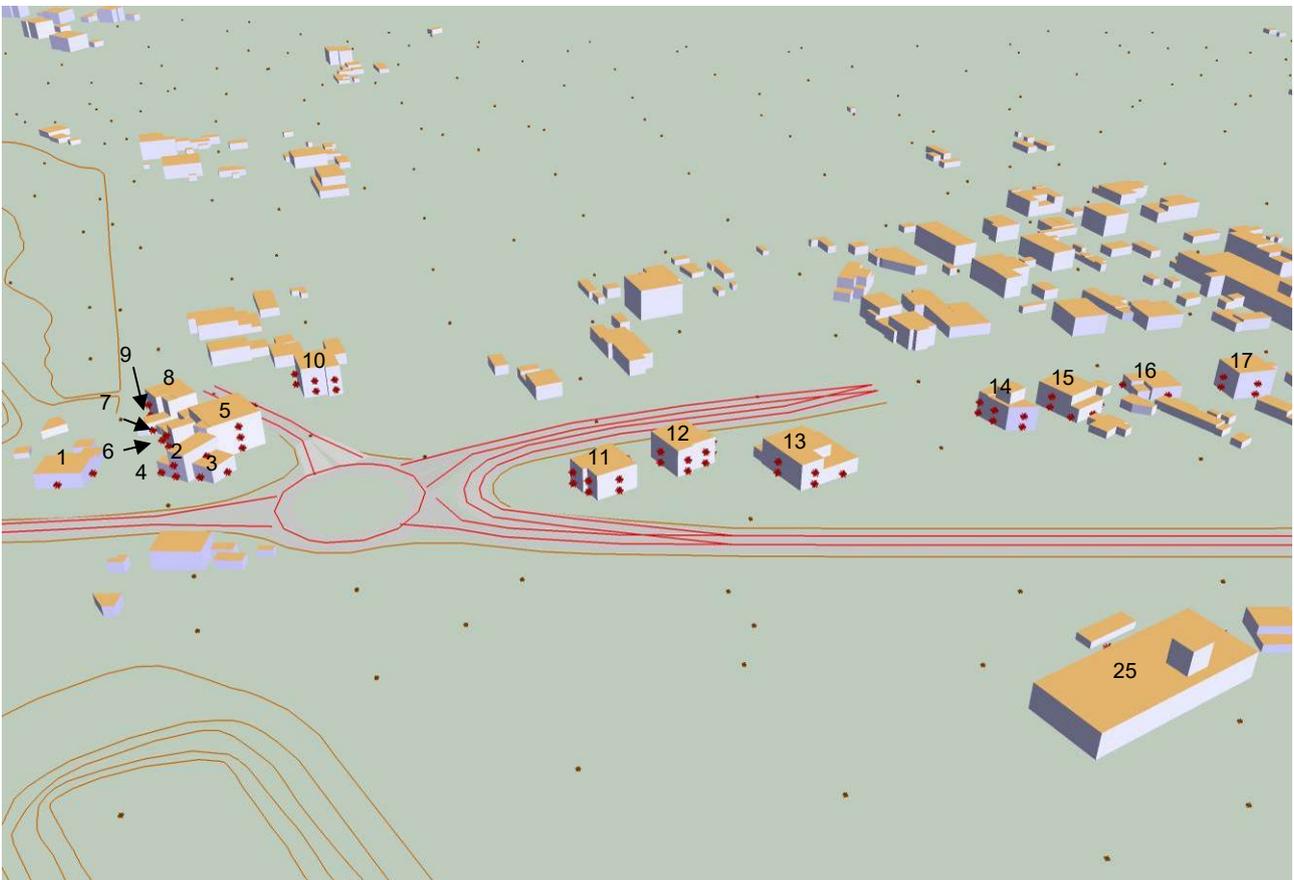


Figura 26 Posizionamento dei recettori utilizzati per la fase di ottimizzazione delle barriere nel tratto più a Nord-Ovest del dominio in esame

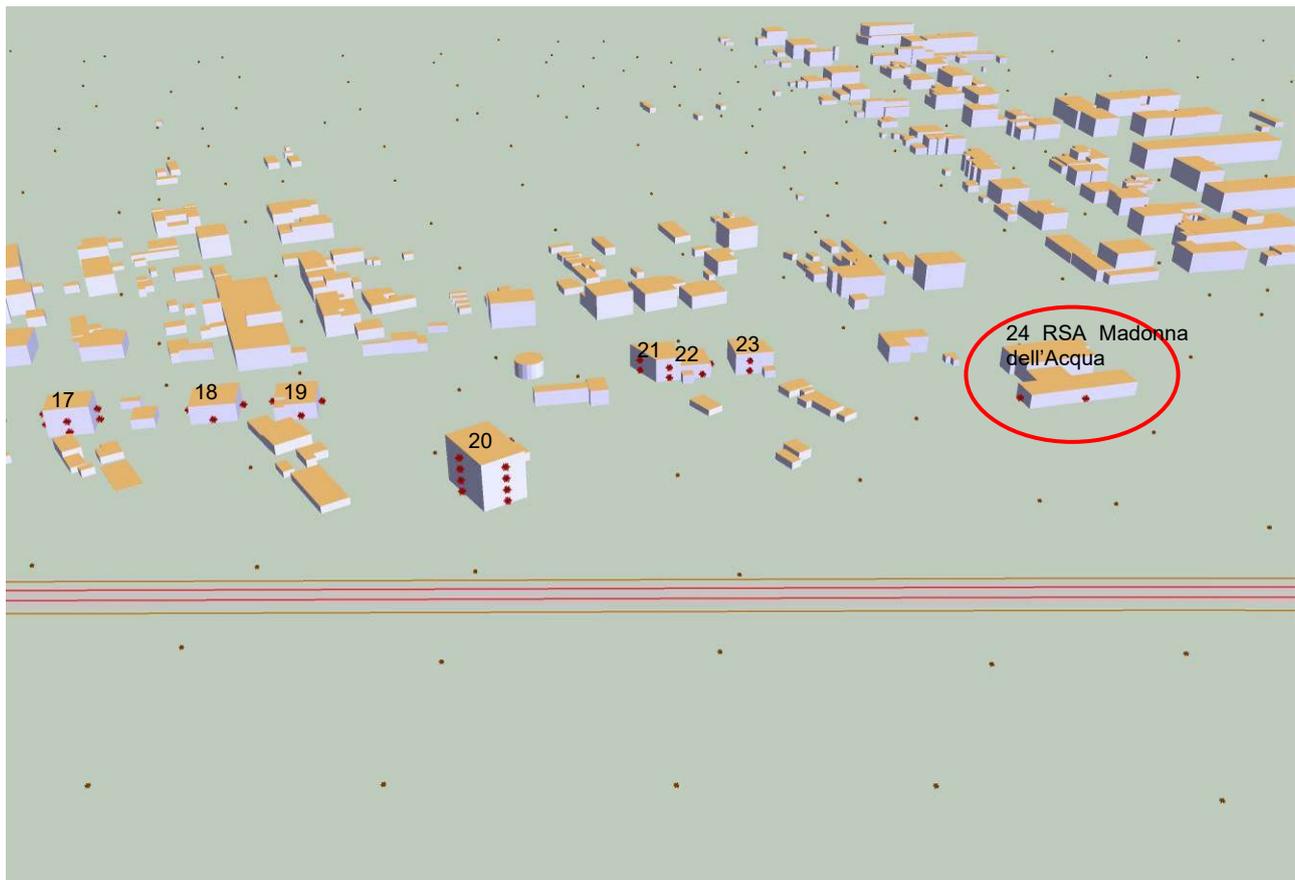


Figura 27 Posizionamento dei recettori utilizzati per la fase di ottimizzazione delle barriere nel tratto immediatamente più a Sud di quello a Nord-Ovest del dominio in esame. In evidenza la RSA Madonna dell'Acqua

Dai dati riportati nella tabella dell'Allegato 4, è possibile rilevare che, a valle del procedimento di ottimizzazione, il sistema di barriere acustiche messo a punto permette di raggiungere abbattimenti dei livelli di pressione acustica indotti ai recettori dal traffico autoveicolare anche superiori ai 10 dB(A), specialmente per configurazioni di recettori immediatamente alle spalle delle barriere. In altri casi l'efficienza di abbattimento si riduce a causa della presenza di recettori piuttosto lontani dalle barriere e, a volte, anche sopraelevati rispetto al piano campagna.

Nonostante l'ottima resa del sistema di barriere messo a punto, non è tuttavia ancora possibile ridurre a piena conformità di legge i livelli previsti al recettore sensibile della RSA Madonna dell'Acqua: limitando, per ovvi motivi impatto vedutistico e di stabilità strutturale, l'altezza massima delle barriere a 5 m su p.c., presso tale recettore si prevedono infatti ancora livelli di pressione acustica lievemente superiori a 50 dB(A) per il periodo diurno (solo per la facciata Sud-Ovest dell'edificio (50.3 dB(A))) ed a 40 dB(A) per quello notturno (facciate Nord-Ovest (41.2 dB(A)), Sud-Ovest (45.0 dB(A)) e Sud-Est (43.5 dB(A))). Tenuto 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, l'effettivo superamento dei limiti di legge dovrà essere verificato successivamente alla realizzazione del progetto nell'ambito del piano di monitoraggio post operam, con misure sperimentali già previste, e, in tale occasione, si valuterà se, non potendo intervenire in modo più efficace sulla sorgente e lungo il percorso di propagazione acustica, dovrà essere necessario predisporre interventi di mitigazione direttamente al recettore.

Le seguenti Figura 28 e Figura 29 mostrano, per i recettori residenziali del tratto Nord-Occidentale della nuova infrastruttura stradale in esame, le viste tridimensionali (non in scala) della disposizione relativa di dettaglio dei recettori presi in considerazione (marker) 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.

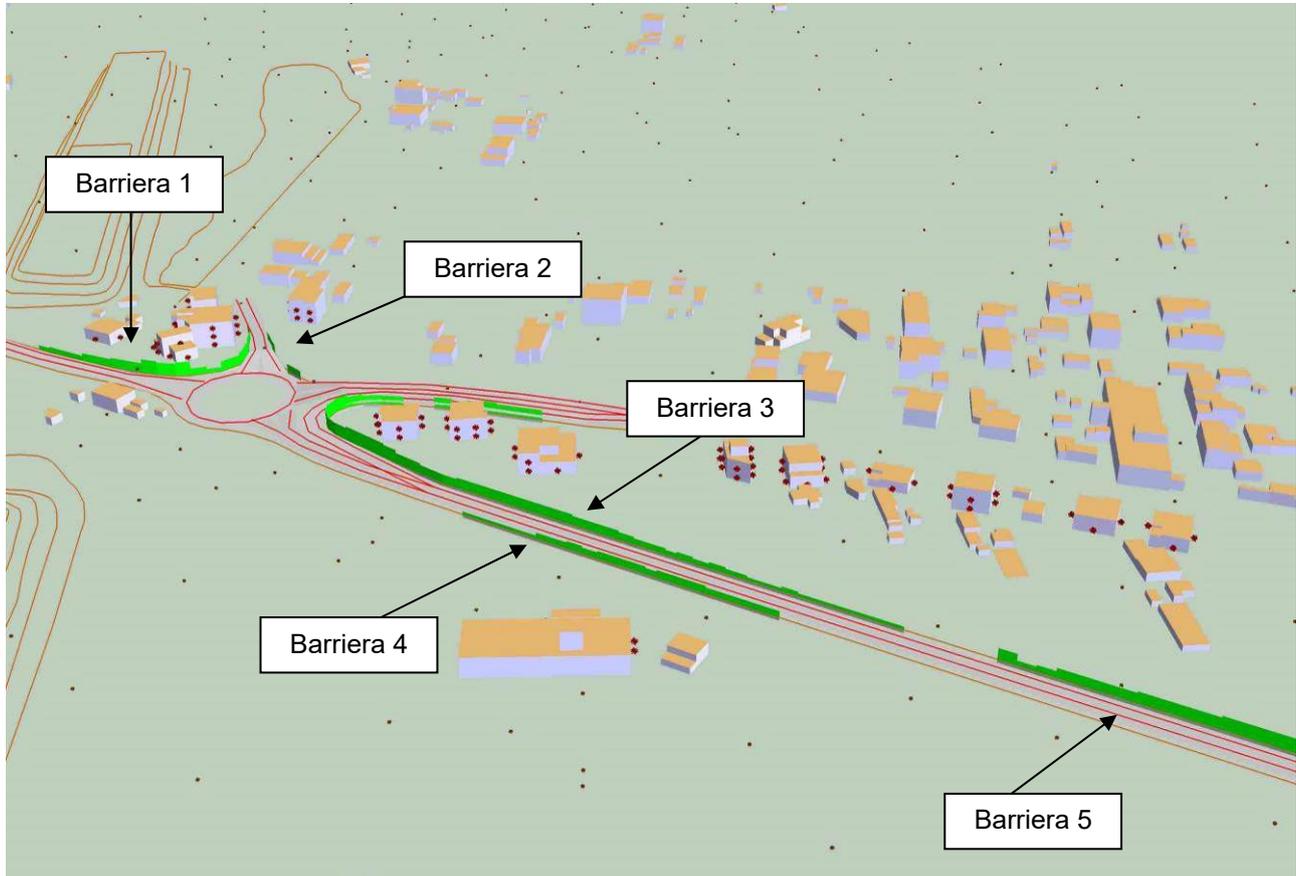


Figura 28 Disposizione planimetrica, altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati nel tratto più a Nord-Ovest del dominio in esame

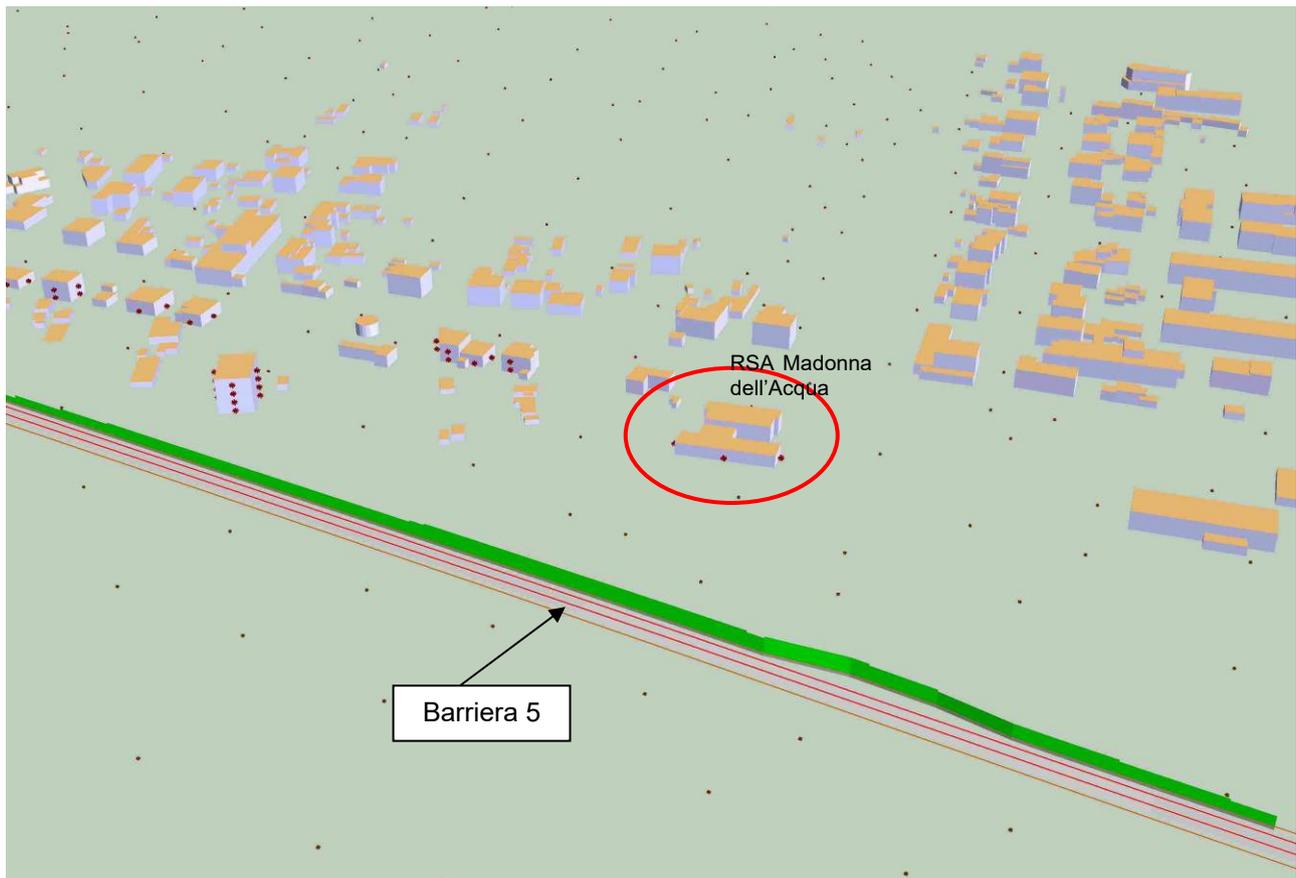


Figura 29 Disposizione planimetrica ,altezza dei segmenti di barriere ottimizzate e relativo posizionamento dei recettori utilizzati nel tratto immediatamente più a Sud di quello più a Nord-Ovest del dominio in esame. In evidenza il recettore sensibile della RSA Madonna dell'Acqua

La seguente Tabella 3 presenta 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 (da S.S. 1 Aurelia direzione Viareggio, verso ramo rotatoria 1 verso Metato)							
Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0,00	2,97	5,00	1,50	55,20	3,30	4,73	5,00
5,00	3,00	5,00	2,00	59,93	3,33	5,00	2,50
10,00	3,04	5,00	2,00	64,93	3,35	4,71	1,50
15,00	3,08	4,67	2,00	69,64	3,38	6,76	3,50
19,67	3,11	5,00	3,00	76,40	3,41	5,00	4,00
24,67	3,14	6,68	3,00	81,40	3,42	2,85	4,50
31,35	3,19	5,00	3,50	84,25	3,42	5,00	5,00
36,35	3,22	6,91	3,50	89,25	3,42	5,50	4,00
43,26	3,27	5,57	5,00	94,75	3,43	5,00	3,50
48,83	3,28	6,37	4,50				

Barriera 2 (da ramo rotatoria 1 verso Metato, verso tracciato storico S.S. 1 Aurelia)

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0,00	3,33	5,00	4,00	23,55	3,33	3,58	2,50
5,00	3,33	5,00	3,50	27,13	3,33	3,77	2,50
10,00	3,33	5,00	0,00				

Barriera 3 (da tracciato storico S.S. 1 Aurelia direzione Pisa, verso nuova viabilità direzione Pisa)

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0,00	3,33	5,00	3,50	141,41	3,56	5,00	3,50
5,00	3,33	5,00	3,50	146,41	3,56	5,00	3,50
10,00	3,33	5,00	3,50	151,38	3,57	4,97	3,50
15,00	3,33	4,63	4,00	156,38	3,58	5,00	3,50
19,63	3,33	5,00	3,50	161,38	3,59	5,00	3,50
24,63	3,33	5,00	0,00	166,38	3,60	5,00	3,50
29,63	3,33	5,93	3,50	171,38	3,60	5,00	3,50
35,56	3,33	5,00	0,00	176,35	3,61	4,97	3,00
40,56	3,33	5,00	0,00	181,35	3,62	5,00	3,00
45,56	3,33	7,38	3,00	186,35	3,63	5,00	3,00
52,94	3,33	5,69	3,00	191,35	3,63	5,00	2,50
58,63	3,33	4,66	3,50	196,35	3,64	5,00	2,00
63,29	3,34	4,39	4,50	201,35	3,65	5,00	2,00
67,68	3,34	4,26	4,50	204,73	3,66	3,38	1,50
71,94	3,35	4,03	5,00	209,73	3,66	5,00	2,00
75,97	3,38	4,26	5,00	214,73	3,67	5,00	1,50
80,23	3,43	4,66	4,50	219,73	3,67	5,00	2,00
84,89	3,47	5,00	4,50	226,32	3,68	6,59	1,50
89,89	3,48	5,00	5,00	231,32	3,69	5,00	1,00
94,89	3,48	5,00	5,00	236,32	3,70	5,00	1,00
99,89	3,49	6,52	5,00	241,32	3,71	5,00	1,50
106,41	3,50	5,00	4,50	246,32	3,71	5,00	1,00
111,41	3,51	5,00	3,50	251,32	3,72	5,00	1,00
116,41	3,52	5,00	3,50	256,32	3,73	5,00	1,00
121,41	3,52	5,00	3,00	261,32	3,74	5,00	1,00
126,41	3,53	4,11	3,00	266,32	3,75	5,00	1,00
131,41	3,54	5,00	3,00	271,32	3,77	5,00	1,00
136,41	3,55	5,00	3,50				

Barriera 4 (nuova viabilità da direzione rotatoria 1 verso direzione Pisa)

Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0,00	3,56	5,00	1,00	50,04	3,64	5,00	2,50
5,00	3,57	5,02	1,00	55,04	3,65	5,00	2,50
10,02	3,58	5,00	1,00	60,04	3,66	3,41	2,00
15,02	3,59	5,00	1,00	63,45	3,66	5,00	2,50
20,02	3,60	5,00	1,00	68,45	3,67	5,00	2,50
25,02	3,60	5,00	2,00	73,45	3,67	5,00	2,50
30,02	3,61	5,02	2,00	78,45	3,68	6,60	2,00
35,04	3,62	5,00	2,50	85,05	3,69	5,00	2,00
40,04	3,63	5,00	2,00	90,05	3,70	5,00	2,00
45,04	3,63	5,00	2,50	95,05	3,71	5,00	2,00

Barriera 5 (nuova viabilità da direzione rotatoria 1 verso direzione Pisa)							
Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza	Progressivo	Quota base	Lunghezza	Altezza
0,00	3,85	5,00	3,50	205,00	4,86	5,00	5,00
5,00	3,87	5,00	1,50	210,00	4,87	5,00	5,00
10,00	3,89	5,00	2,00	215,00	4,88	5,00	5,00
15,00	3,92	5,00	3,00	220,00	4,88	5,00	5,00
20,00	3,94	5,00	3,00	225,00	4,89	5,00	5,00
25,00	3,97	5,00	3,00	230,00	4,90	5,00	5,00
30,00	3,99	5,00	3,00	235,00	4,89	5,00	5,00
35,00	4,02	5,00	3,50	240,00	4,88	5,00	5,00
40,00	4,04	5,00	3,50	245,00	4,88	5,00	5,00
45,00	4,07	5,00	3,50	250,00	4,87	5,00	5,00
50,00	4,09	5,00	3,50	255,00	4,86	5,00	5,00
55,00	4,12	5,00	4,00	260,00	4,84	5,00	5,00
60,00	4,14	5,00	4,00	265,00	4,81	5,00	5,00
65,00	4,17	5,00	4,00	270,00	4,79	5,00	5,00
70,00	4,19	5,00	4,00	275,00	4,76	4,81	4,50
75,00	4,22	5,00	4,00	279,81	4,74	5,00	5,00
80,00	4,24	5,00	4,00	284,81	4,71	5,00	5,00
85,00	4,27	5,00	4,00	289,81	4,68	5,00	5,00
90,00	4,29	5,00	4,00	294,81	4,65	7,37	5,00
95,00	4,32	5,00	4,00	299,81	4,61	5,00	5,00
100,00	4,34	5,00	4,00	304,81	4,58	5,00	4,50
105,00	4,37	5,00	4,00	309,81	4,56	5,00	4,50
110,00	4,39	5,00	4,00	314,81	4,53	5,00	4,50
115,00	4,42	5,00	4,00	317,89	4,51	3,08	4,50
120,00	4,44	5,00	4,00	322,89	4,49	5,00	4,00
125,00	4,47	5,00	4,00	327,89	4,47	5,00	4,00
130,00	4,49	5,00	4,00	332,89	4,46	5,00	4,00
135,00	4,52	5,00	4,00	337,71	4,44	4,82	4,00
140,00	4,54	5,00	4,00	342,71	4,43	5,00	4,00
145,00	4,57	5,00	4,00	347,96	4,39	5,25	4,00
150,00	4,59	5,00	4,00	352,96	4,36	5,00	4,00
155,00	4,62	5,00	4,00	357,96	4,34	5,00	4,00
160,00	4,64	5,00	4,00	362,96	4,32	5,00	4,00
165,00	4,67	5,00	4,00	367,96	4,30	5,00	3,50
170,00	4,69	5,00	4,50	372,95	4,28	4,99	3,50
175,00	4,72	5,00	5,00	377,95	4,26	5,00	3,50
180,00	4,74	5,00	5,00	382,95	4,26	5,00	3,50
185,00	4,76	5,00	5,00	387,95	4,26	5,00	3,50
190,00	4,79	5,00	5,00	392,95	4,27	5,00	3,00
195,00	4,81	5,00	5,00	398,01	4,27	5,06	3,00
200,00	4,84	5,00	5,00				

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, 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.

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) ottimizzate secondo il procedimento illustrato nel precedente paragrafo 4.5. 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, in particolare, 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 15) (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.

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 1-2 della nuova circonvallazione Nord di Pisa, compresa tra le rotatorie 1 e 2, sia del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia in località Madonna dell'Acqua, entrambe 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 rotatorie 1 e 2 (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 al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia (70/60 dB(A) per i periodi diurno/notturno, entro la fascia A di pertinenza acustica, di ampiezza 100 m dal bordo strada, e 65/55 dB(A), sempre per i periodi diurno/notturno, entro la fascia B di pertinenza, di ampiezza pari ad ulteriori 50 m dal limite esterno di fascia A (infrastruttura di tipo C1)).

Le seguenti mappe (Figura 30 e Figura 31) (immagini non riportate in scala e ruotate rispetto al vero Nord di circa 50° verso Ovest) 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 dell'Aurelia con flussi auto veicolari ridotti) 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.

Per la configurazione acusticamente ottimizzata delle opere di mitigazione messa a punto nel corso di questo studio, è possibile rilevare che tutti i recettori residenziali presenti nelle immediate vicinanze del nuovo sedime stradale 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.

Come già sottolineato, permangono tuttavia alcuni superamenti residui, più o meno marcati, dei limiti di legge per il recettore sensibile costituito dalla RSA Madonna dell'Acqua, per il quale si rammenta che il D.P.R. 142/2004 prevede valori massimi assoluti di immissione di rumore di origine stradale pari a 50 dB(A) per il periodo diurno ed a 40 dB(A) per quello notturno. Nell'impossibilità di incrementare l'altezza massima dei moduli schermanti delle barriere, fissata a 5 m dal p.c., per ovvi motivi di limitazione dell'impatto vedutistico e di stabilità strutturale, le residue non conformità ai limiti di legge dovranno essere verificate in opera a valle della realizzazione del progetto, nell'ambito del già previsto piano di monitoraggio. Esse potranno inoltre essere eventualmente trattate mediante interventi diretti al recettore, non essendo possibile tecnicamente o secondo un accettabile rapporto costi-benefici intervenire ulteriormente alla sorgente (tronco stradale) o lungo il percorso di propagazione acustica (ulteriori barriere).

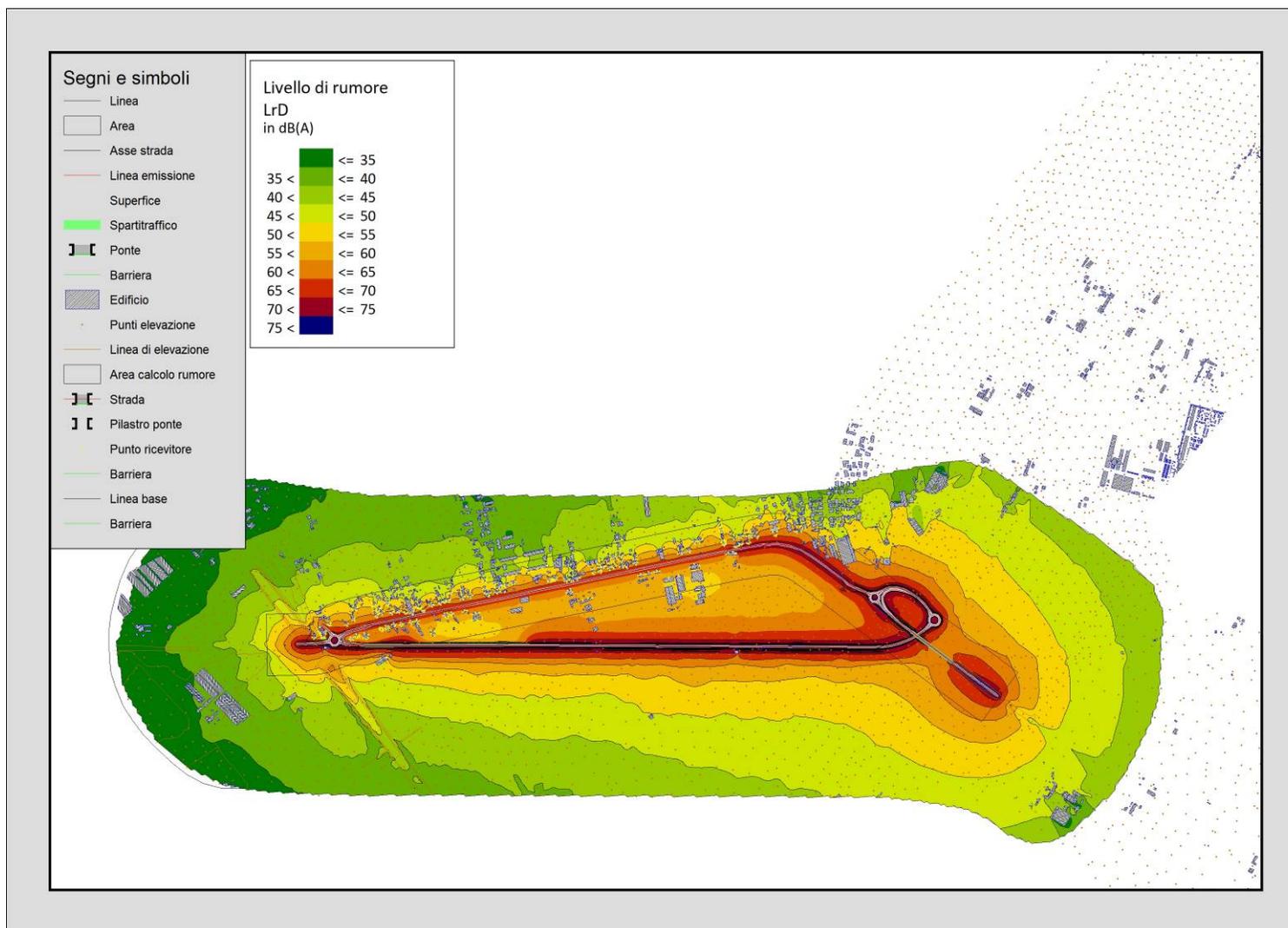


Figura 30 Mappa di previsione delle curve di isolivello per il periodo diurno in presenza di mitigazioni acustiche

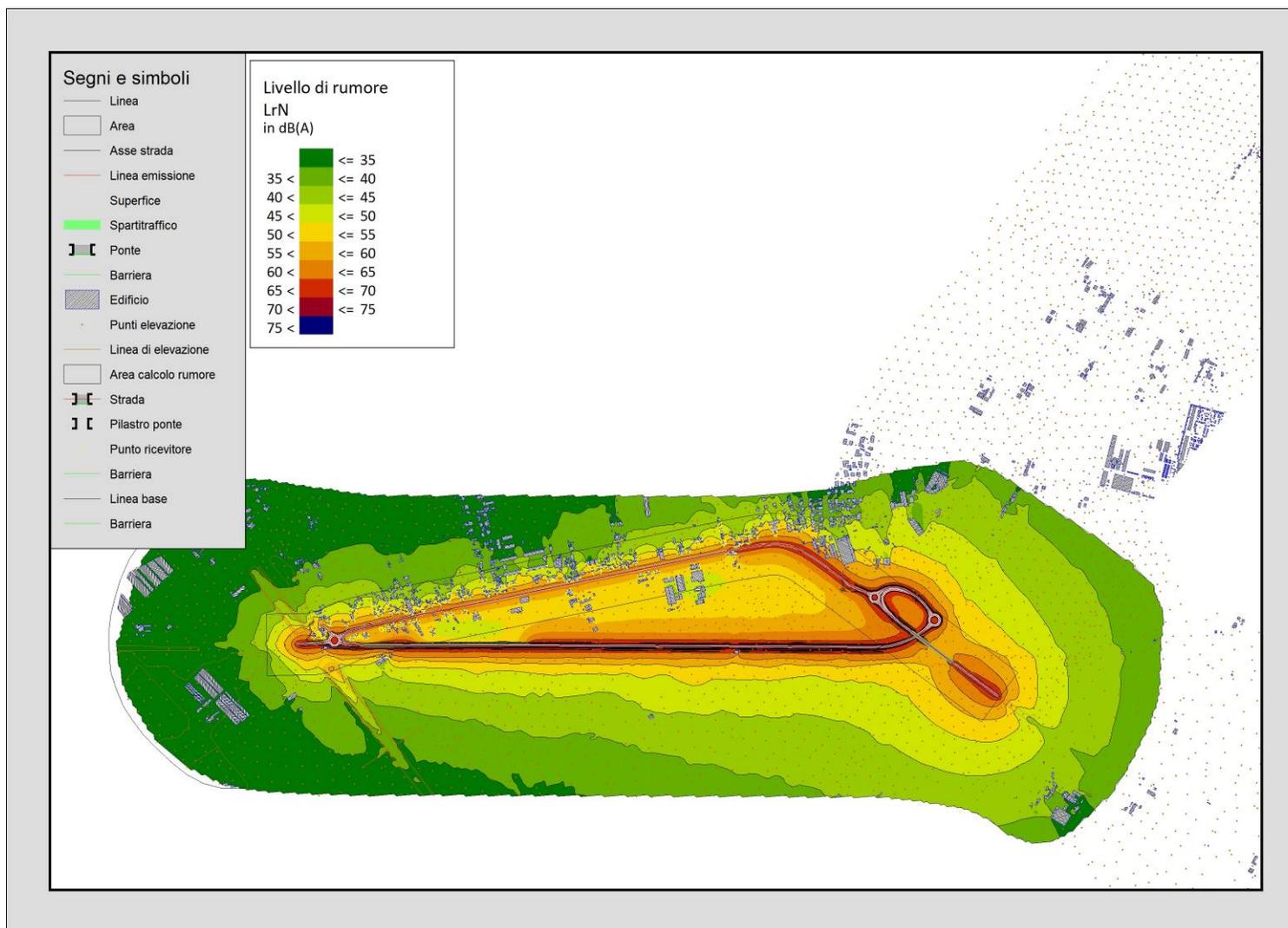


Figura 31 Mappa di previsione delle curve di isolivello per il periodo notturno in presenza di mitigazioni acustiche

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 delle effettive condizioni d'uso dei vari recettori per i quali si sono fissati i valori obiettivo di livello di pressione acustica previsto. In particolare, alcuni dei recettori considerati possono rientrare in una casistica di edifici abbandonati, fatiscenti, o, peggio ancora, del tutto irrecuperabili in generale e, tanto meno, ai fini abitativi; per questa categoria di edifici non si ritiene giustificabile un impegno progettuale e di spesa, allo stato attuale, per la messa in opera di presidi di mitigazione acustica che andrebbero così a proteggere situazioni, al momento, non qualificabili come effettivi recettori. In caso di richieste edilizie per il recupero degli stessi si procederà alla messa a punto di adeguati interventi di mitigazione acustica, mediante specifici studi.

Ad esempio, alcuni degli edifici che sorgono in prossimità ed a Nord della rotatoria del nodo 1, da cui ha inizio la nuova viabilità in progetto, per la cui protezione si prevederebbe la realizzazione delle barriere 1 e 2 (§ precedente Figura 28), possono essere considerati difficilmente recuperabili ai fini abitativi (si vedano gli edifici indicati alle progressive 2 e 25 nella precedente Figura 26), mentre altri, benché ancora censiti nell'edificio ufficiale, sono già stati abbattuti perché ormai gravemente compromessi e/o pericolanti (si veda l'edificio indicato alla progressiva 3 nella precedente Figura 26). I superamenti dei limiti di legge previsti per alcuni dei restanti edifici di quest'area, portano invece ad ottimizzare le barriere su altezze anche dell'ordine di 5 m da p.c., con un significativo impatto visivo, considerata anche la loro estrema vicinanza alle facciate dei recettori stessi da proteggere. Infine per altri ancora i superamenti sono piuttosto contenuti, come nel caso del recettore indicato alla progressiva 10 nella precedente Figura 26 (dell'ordine di 2 dB(A) nel solo periodo notturno).

Tenuto 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 sono stati impostati forfettariamente al 30% di quelli diurni), prima di impegnarsi nella realizzazione di sistemi di mitigazione piuttosto impegnativi sia dal punto di vista progettuale che da quello dei costi, sarebbe opportuno verificare l'effettivo superamento dei limiti di legge successivamente alla realizzazione del progetto, nell'ambito del piano di monitoraggio post operam, con misure sperimentali già previste, e, in tale occasione, valutare se, non potendo intervenire in modo più efficace sulla sorgente impattante e lungo il percorso di propagazione acustica, dovrà essere necessario predisporre interventi di mitigazione direttamente al recettore; simili interventi certamente avrebbero una maggiore efficacia ed un minore impatto estetico-vedutistico, oltre ad una non trascurabile maggiore economicità rispetto alla realizzazione delle barriere.

Di conseguenza si ritiene accettabile non prevedere la realizzazione delle barriere 1 e 2 già illustrate nella precedente Figura 28 e rimandare eventuali interventi di risanamento per i recettori dell'area limitrofa a tali barriere alla fase di verifica sperimentale post operam dei livelli di rumore indotti nella nuova configurazione di esercizio dell'intera viabilità d'area. A copertura dei costi di tali interventi nella fase successiva alla realizzazione del progetto, per i casi di conclamato superamento dei limiti, verificato sperimentalmente in configurazione post operam, può essere prevista, a livello progettuale, una riserva di risorse, anche economiche, a futura eventuale copertura di interventi di questo tipo.

Un'analisi del tutto simile può essere condotta anche in riferimento al recettore per la cui protezione è stata ottimizzata la barriera 4 di cui alla precedente Figura 28: l'edificio, benché originariamente di un certo pregio (casolare rurale), allo stato attuale appare fatiscente e certamente non abitabile; non è quindi possibile prevederne, al momento, la tempistica di riconversione ad un uso che ne possa giustificare la classificazione come effettivo recettore.

Nell'ambito di una razionalizzazione progettuale complessiva, si ritiene quindi accettabile che anche la barriera 4 non sia realizzata, almeno fino al momento in cui non si renda evidente la sua necessità, a valle dell'esecuzione del monitoraggio acustico per lo scenario post operam. Si tenga inoltre presente che il posizionamento della barriera 4 immediatamente a bordo Sud-Ovest della nuova viabilità in progetto, lascerebbe l'eventuale recettore comunque esposto alle emissioni indotte dalla parallela linea ferroviaria Viareggio-Pisa, localizzata tra la barriera stradale ed il recettore stesso. Una simile configurazione mitigativa appare scarsamente efficace dal punto di vista della protezione acustica complessiva del recettore, potendo addirittura portare ad un peggioramento dell'esposizione del recettore stesso.

Appare quindi indispensabile, in questo caso, coordinare ed integrare gli eventuali interventi di mitigazione per il recettore in esame anche con RFI, nell'ambito del piano di risanamento già presentato per la linea in esame: il preciso dimensionamento della barriera (posizionamento planimetrico ed altezze degli elementi)

deve infatti essere effettuato congiuntamente per tutte le sorgenti che possono influenzare il clima acustico al recettore, coinvolgendo quindi sia il tronco ferroviario, sia la nuova viabilità in variante al tracciato storico della S.S. 1 Aurelia, che per buona parte del lotto 1-2 corrono parallele. La progettazione integrata di questo intervento di mitigazione potrà quindi essere effettuata solo a seguito dell'esecuzione di uno studio di dettaglio per l'area in esame che comunque dovrà prendere in considerazione tutte le eventuali sorgenti interessate (stradali e ferroviarie). Solo adottando questo approccio integrato sarà possibile rendere veramente efficaci gli interventi di mitigazione per il recettore in esame.

La conseguente messa a punto dei sistemi di mitigazione potrà quindi essere effettuata in una successiva fase progettuale qualora venisse richiesto il recupero edilizio del recettore interessato.

Anche in riferimento alla barriera 3 (§ precedente Figura 28) si ritiene opportuno limitarne l'estensione al solo tratto lungo la nuova viabilità e fino alla rotonda 1 (nodo 1), escludendo la parte a margine del tracciato storico della S.S. 1 Aurelia. Anche in questo caso si ritiene infatti poco accettabile dal punto di vista estetico la posa in opera di una barriera acustica piuttosto alta e posizionata a pochi metri di distanza dalla facciata degli edifici recettori. Rispetto a quanto riportato nella precedente Tabella 3, la barriera 3, già illustrata in Figura 28, può quindi essere ridotta, con inizio alla progressiva 67.68 m, per poi proseguire lungo la nuova viabilità in progetto per i successivi poco più di 200 m.

Per quanto riguarda infine la barriera 5 (§ Figura 28), la sua estensione e le altezze dei singoli segmenti non possono essere soggetti a riduzione in fase di ingegnerizzazione della struttura, in quanto, già nella configurazione ottimizzata messa a punto, essa non permette di raggiungere la piena conformità ai limiti di legge per il recettore sensibile della RSA Madonna dell'Acqua. Infatti, mantenendo altezze accettabili dal punto di vista della stabilità strutturale e del ridotto impatto vedutistico (massimo 5 m da p.c.), al recettore il livello obiettivo del limite di legge di periodo notturno (40 dB(A)) non può essere raggiunto: la procedura iterativa di calcolo non converge. Di conseguenza dovranno comunque essere previsti alcuni interventi di mitigazione diretti al recettore, ovvero di tipo passivo, da dimensionare anche sulla scorta di una verifica sperimentale dei livelli indotti al recettore in configurazione post operam: alla luce delle approssimazioni particolarmente cautelative adottate per le simulazioni, i reali superamenti dei limiti di legge andranno infatti verificati sperimentalmente in fase di futuro reale esercizio dell'opera in progetto.

A che livello tali interventi si debbano spingere dipende comunque anche da un confronto del rapporto costi/benefici derivanti dall'implementazione di tali interventi rispetto alla realizzazione di un sistema di barriere acustiche del tipo di quello messo a punto nel presente studio; una simile analisi esula tuttavia dalle considerazioni acustiche che hanno portato alla messa a punto planimetrica e di altezza della barriera 5.

In definitiva, l'ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione acustica per il progetto in esame deve prevedere almeno la realizzazione di parte della barriera 3 e della barriera 5 in tutta la sua lunghezza. Le seguenti Figura 32 e Figura 33 mostrano la disposizione planimetrica e di altezze della configurazione minima di barriere ritenuta necessaria. Ovviamente a livello realizzativo, le altezze dei singoli moduli saranno uniformate in modo da limitare eccessive disuniformità che porterebbero ad un impatto estetico non del tutto accettabile.

Inoltre, per evitare soluzione di continuità tra le barriere, soprattutto nel caso di tratti di vuoto non sufficientemente lunghi che possono portare a fenomeni indesiderabili di diffrazione (i cui effetti sono difficilmente prevedibili a livello modellistico), si ritiene opportuno unire i due tronchi di barriera 3 e 5, benché in assenza, in tale zona, di recettori effettivamente esposti a livelli oltre i limiti di legge.

Ciò, al fine anche di evitare una situazione di interruzione delle schermature che potrebbero indurre fastidio ai residenti, piuttosto che reali non conformità ai vincoli legislativi.

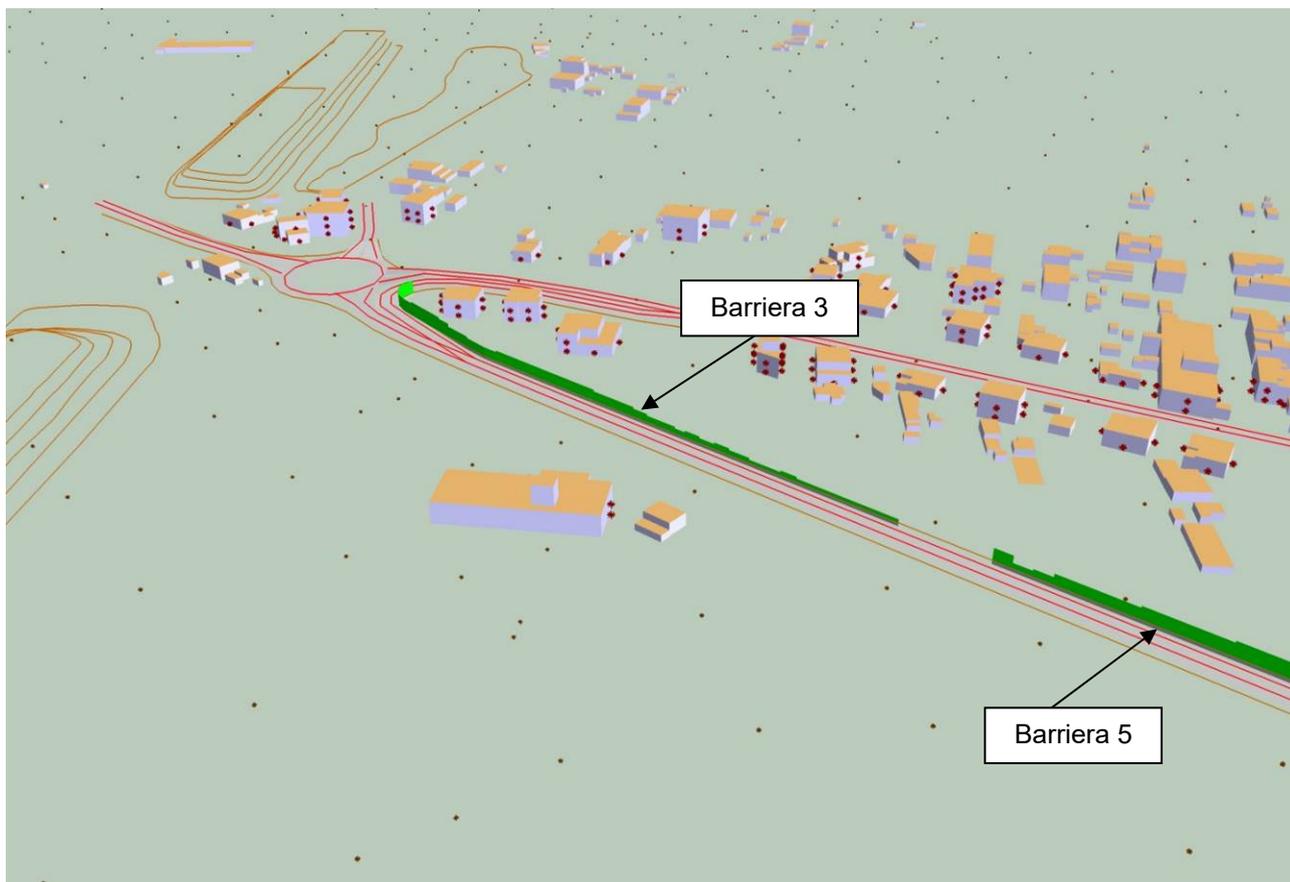


Figura 32 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione – Area della rotatoria 1 (nodo 1) - Disposizione planimetrica ed altezza dei segmenti di barriere ottimizzate

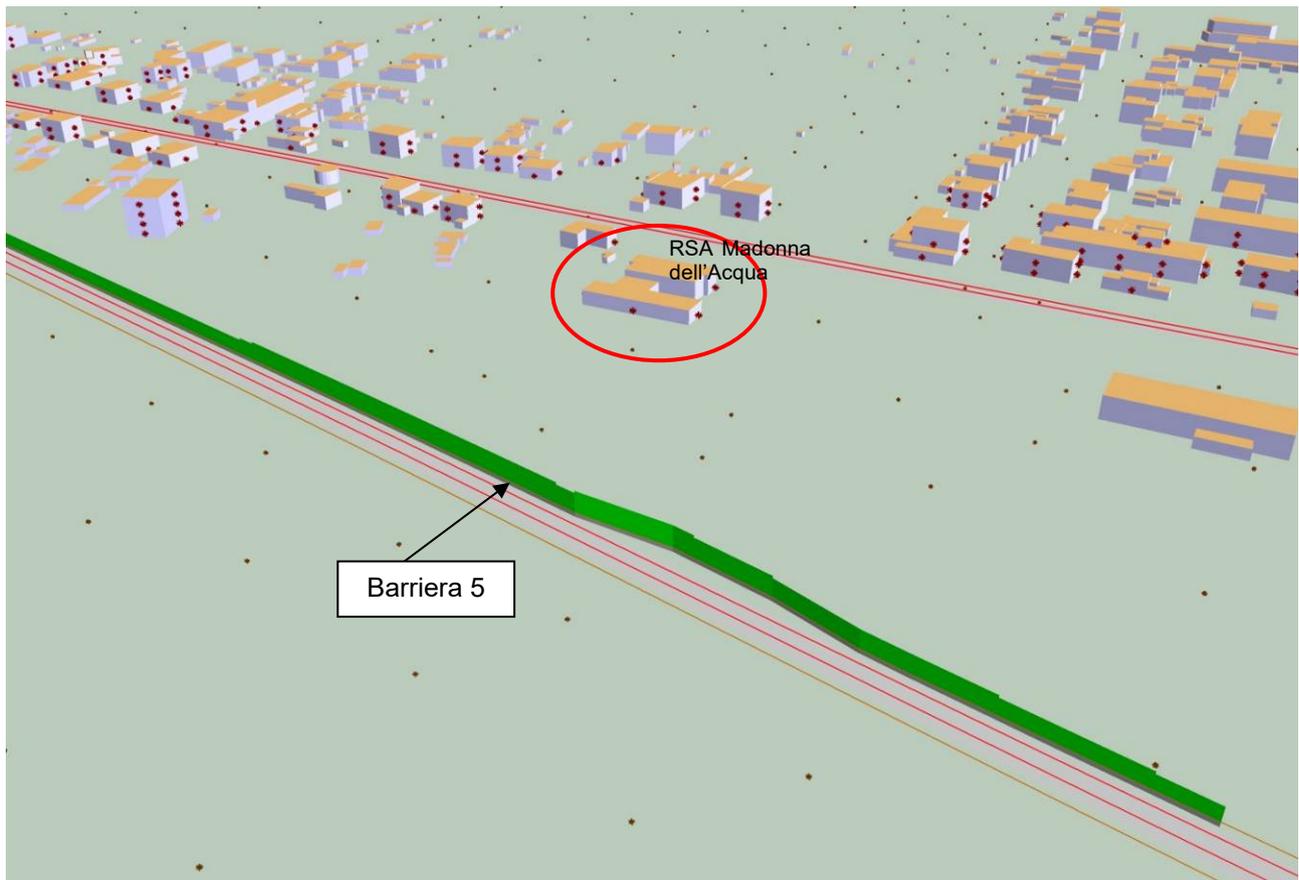


Figura 33 Ingegnerizzazione dei sistemi di mitigazione – Area della RSA Madonna dell’Acqua -
Disposizione planimetrica ed altezza dei segmenti di barriere ottimizzate

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 deroga 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).

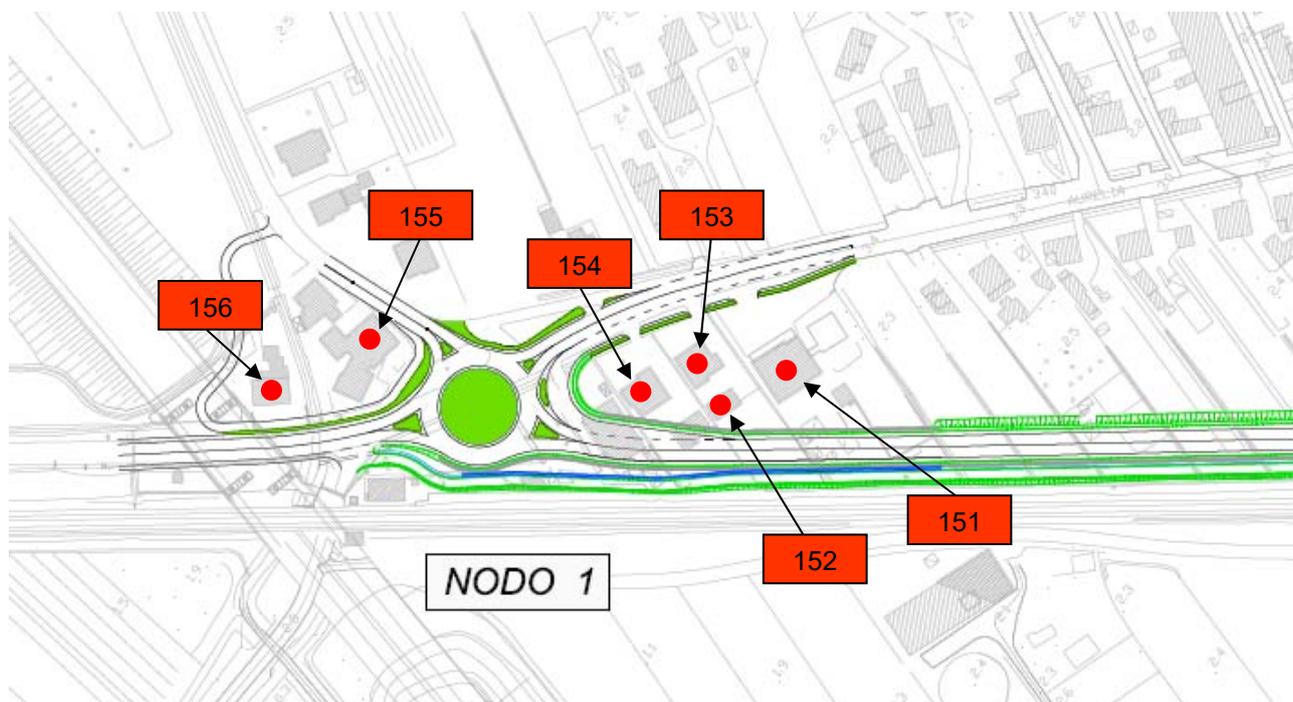
Per quanto riguarda i limiti di immissione ai recettori, essi possono invece essere individuati sulla base delle zonizzazioni acustiche comunali di Pisa e di San Giuliano Terme, già illustrate nel precedente paragrafo 3.

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 prevalentemente industriali (classe V)), per le quali valgono i seguenti limiti assoluti di immissione: 65 dB(A) (70 per classe V) per il periodo diurno e 55 dB(A) (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 151

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 151	Distanza ricettore	1233	1233	1233	1233	8	8	8	8	8	1816	1816	1816	1816	1816
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	28,2	28,2	28,2	28,2	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

Recettore 152

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 152	Distanza ricettore	1245	1245	1245	1245	5	5	5	5	5	1831	1831	1831	1831	1831
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	28,1	28,1	28,1	28,1	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
 Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

Recettore 153

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 153	Distanza ricettore	1260	1260	1260	1260	15	15	15	15	15	1853	1853	1853	1853	1853
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	28,0	28,0	28,0	28,0	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
 Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

Recettore 154

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 154	Distanza ricettore	1285	1285	1285	1285	6	6	6	6	6	1860	1860	1860	1860	1860
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	27,8	27,8	27,8	27,8	74,4	74,4	74,4	74,4	74,4	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
 Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

Recettore 155

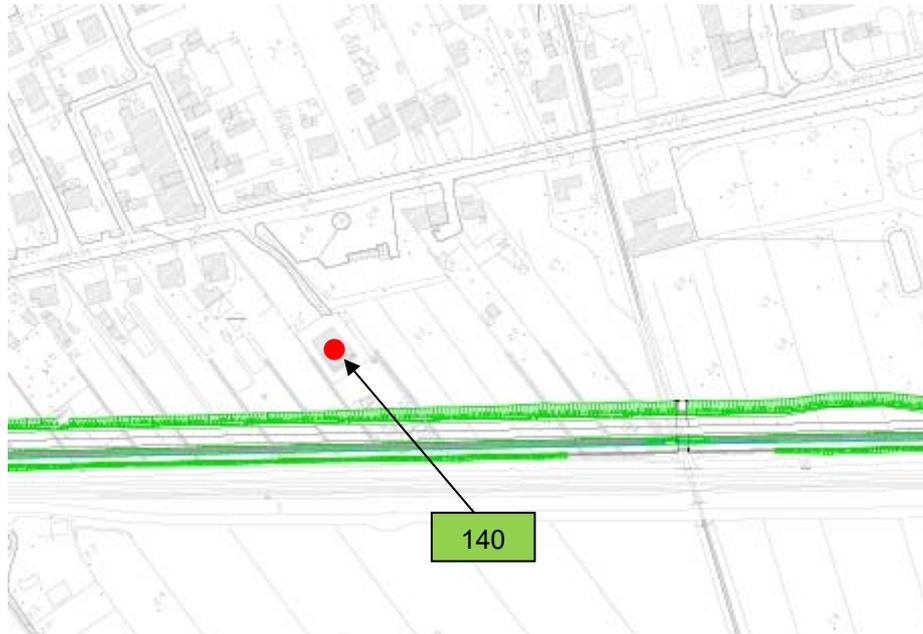
Tabella:															
Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 155	Distanza ricettore	1385	1385	1385	1385	12	12	12	12	12	1957	1957	1957	1957	1957
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	27,2	27,2	27,2	27,2	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
 Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

Recettore 156

Tabella:															
Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 156	Distanza ricettore	1403	1403	1403	1403	11	11	11	11	11	1983	1983	1983	1983	1983
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	27,1	27,1	27,1	27,1	69,2	69,2	69,2	69,2	69,2	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
 Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.



Recettore 140

Tabella:

Limiti acustici di immissione e di emissione di zona diurni da rispettare 65/60 dB(A)		Fase 1a1	Fase 1a2	Fase 1a3	Fase 1a4	Fase 2a	Fase 2b	Fase 3	Fase 4	Fase 5-1	Fase 5-2c	Fase 5-2d	Fase 5-2e	Fase 5-2f	Fase 5-2g
Ricettore 140	Distanza ricettore	1011	1011	1011	1011	22	22	22	22	22	1606	1606	1606	1606	1606
	Rumore alla sorgente	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Rumore al ricettore	29,9	29,9	29,9	29,9	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9

Nota: possibile contemporaneità tra fasi lavorative caratterizzate da una medesima lettera dell'alfabeto, ad esempio "Fase 1a1" con la "Fase 2a" od ancora "Fase 1a2" con "Fase 2a" (vedere anche cronologia delle fasi lavorative).
Per il ricettore in questione la contemporaneità delle fasi lavorative 1 e 2 non comporta nessun incremento del livello sonoro massimo indicato nell'ultima riga.

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 2a: BONIFICA PIANO DI POSA DEI RILEVATI STRADALI CON STABILIZZAZIONE DELLE TERRE (Numero medio di mezzi operanti contemporaneamente in cantiere = 3)				(Numero
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	9095
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	8590
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	9095

FASE 2b: 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

FASE 3: FORMAZIONE DI FONDAZIONE STRADALE (Numero medio di mezzi operanti 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	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

FASE 4: FORMAZIONE DI MANTI BITUMINOSI BASE/BINDER/USURA (Numero medio di mezzi operanti in cantiere = 3)				
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

FASE 5-1: INSTALLAZIONE DI BARRIERE DI RITENUTA (Numero medio di mezzi operanti in cantiere = 2)				
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**




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

Ete 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
[Signature]

Il Dirigente Responsabile
Carla CONTARDI

[Signature of 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. Domanda dal 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 il Regolamento n. 41-0001 del giorno 14/11/1995, 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 riceve fra l'altro la risoluzione, assunta in data 25/1/1995 dai Presidenti delle Regioni e della Provincia Autonoma 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. 31/3/1995;

536-85-13312

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

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

[Tecnici Competenti in Acustica \(tecnici_viewlist.php\)](#)

[Corsi](#)

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



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

[/ Tecnici Competenti in Acustica](#)

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

[/ Vista](#)

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

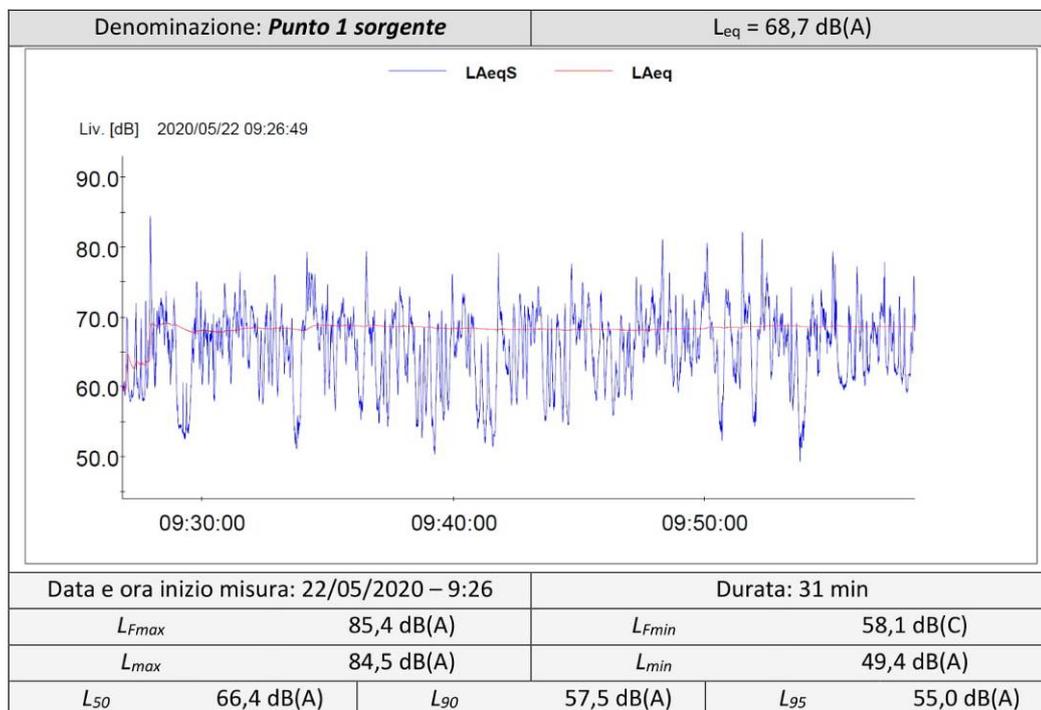
Pisa, 28/05/2020

Prima campagna di misura del 22/05/2020



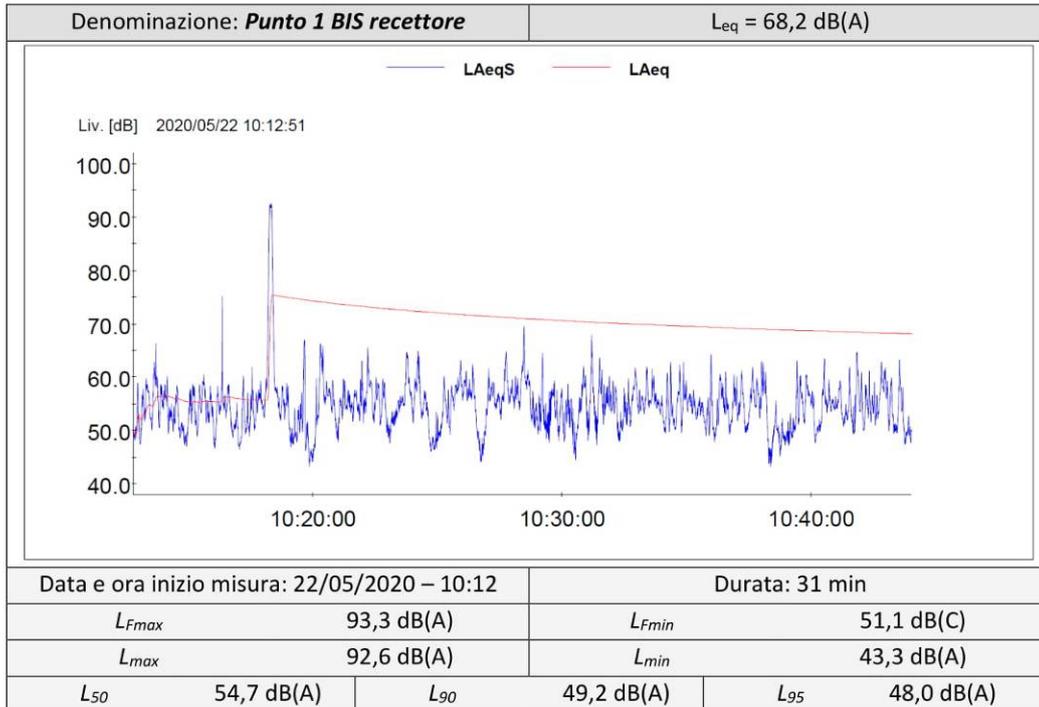
Punti di misura indagati lungo la Via Aurelia SS1, il giorno 22/05/2020, periodo diurno.

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.



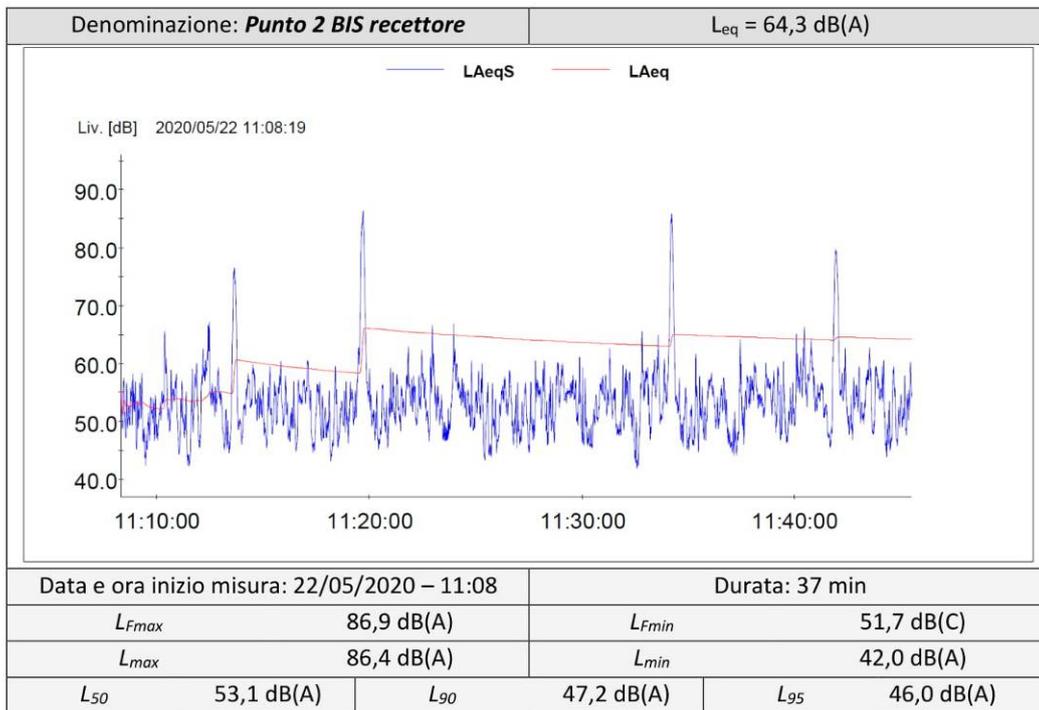
Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	255	Autovetture	196	451
Autocarri leggeri	10	Autocarri leggeri	31	41
Autocarri pesanti	15	Autocarri pesanti	14	29
Autobus	2	Autobus	2	4
Ciclomotori	18	Ciclomotori	8	26
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

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



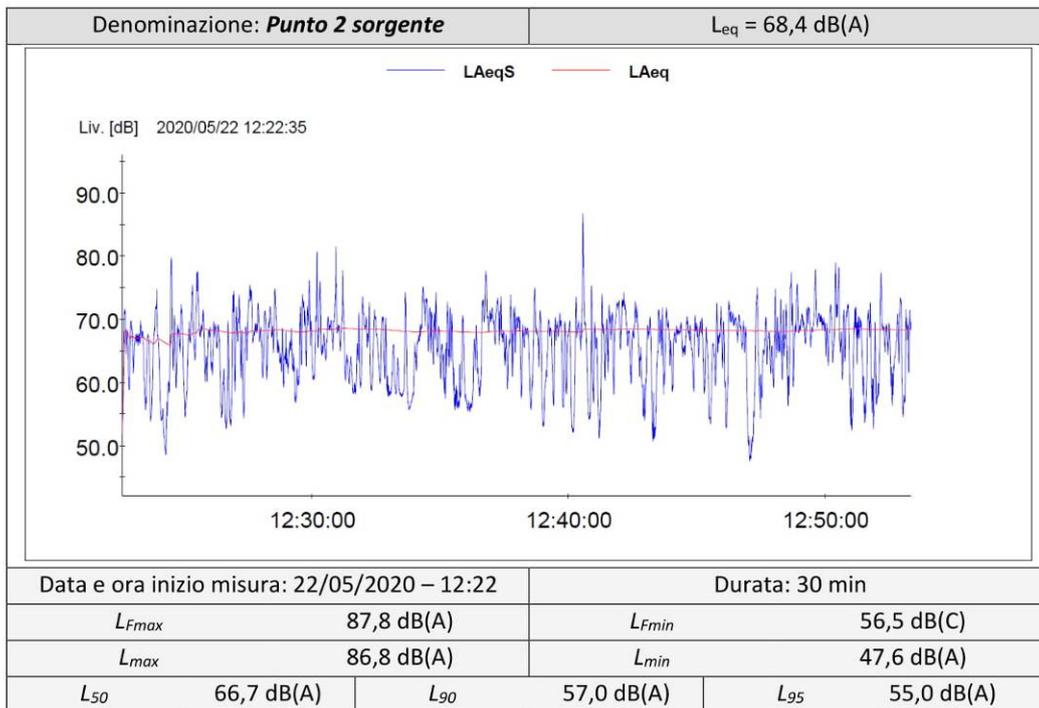
<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	205	Autovetture	241	446
Autocarri leggeri	17	Autocarri leggeri	18	35
Autocarri pesanti	10	Autocarri pesanti	15	25
Autobus	0	Autobus	2	2
Ciclomotori	20	Ciclomotori	16	36
Veicoli speciali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

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



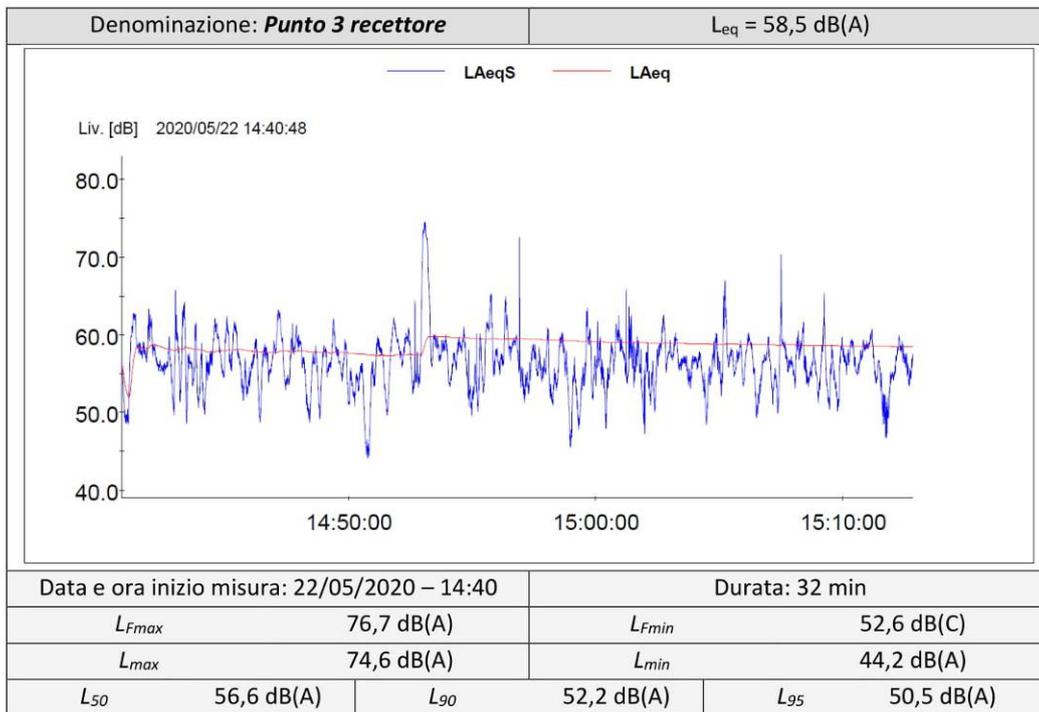
Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	213	Autovetture	253	466
Autocarri leggeri	20	Autocarri leggeri	24	44
Autocarri pesanti	11	Autocarri pesanti	16	27
Autobus	1	Autobus	1	2
Ciclomotori	15	Ciclomotori	29	44
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

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



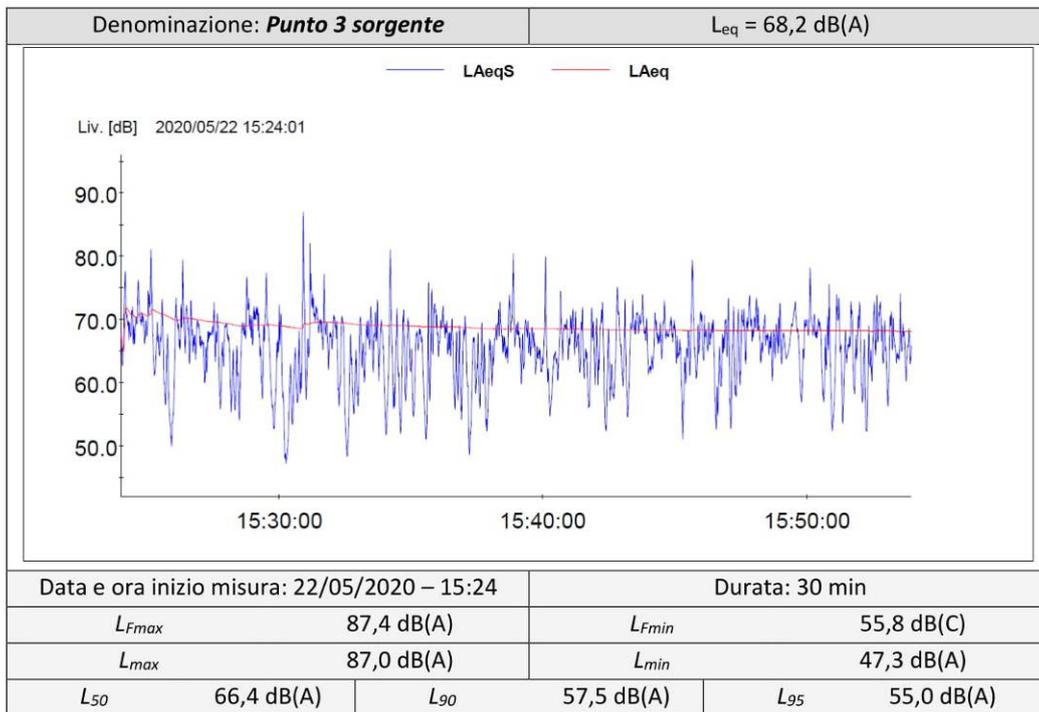
Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	210	Autovetture	265	475
Autocarri leggeri	8	Autocarri leggeri	10	18
Autocarri pesanti	8	Autocarri pesanti	12	20
Autobus	1	Autobus	4	5
Ciclomotori	14	Ciclomotori	27	41
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

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



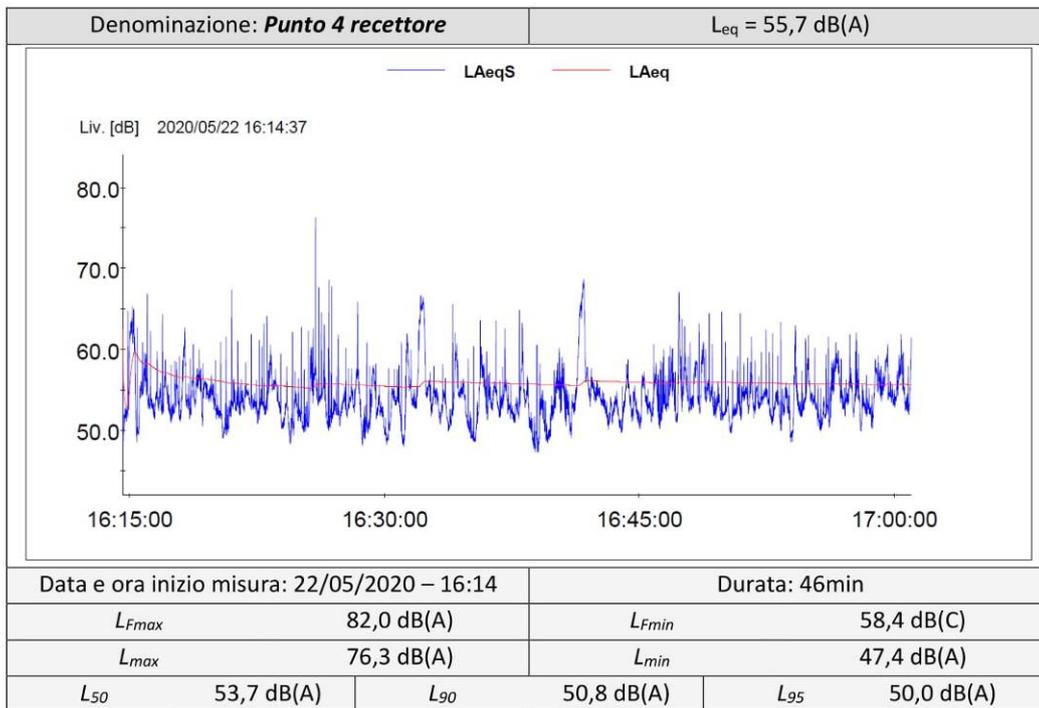
Flussi veicolari rilevati				
Direzione Pisa		Direzione Viareggio/mare		Totale
Autovetture	248	Autovetture	232	480
Autocarri leggeri	14	Autocarri leggeri	11	25
Autocarri pesanti	15	Autocarri pesanti	7	22
Autobus	1	Autobus	1	2
Ciclomotori	32	Ciclomotori	36	68
Veicoli speciali	0	Veicoli speciali	0	0

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



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Viareggio/mare</i>		<i>Totale</i>
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

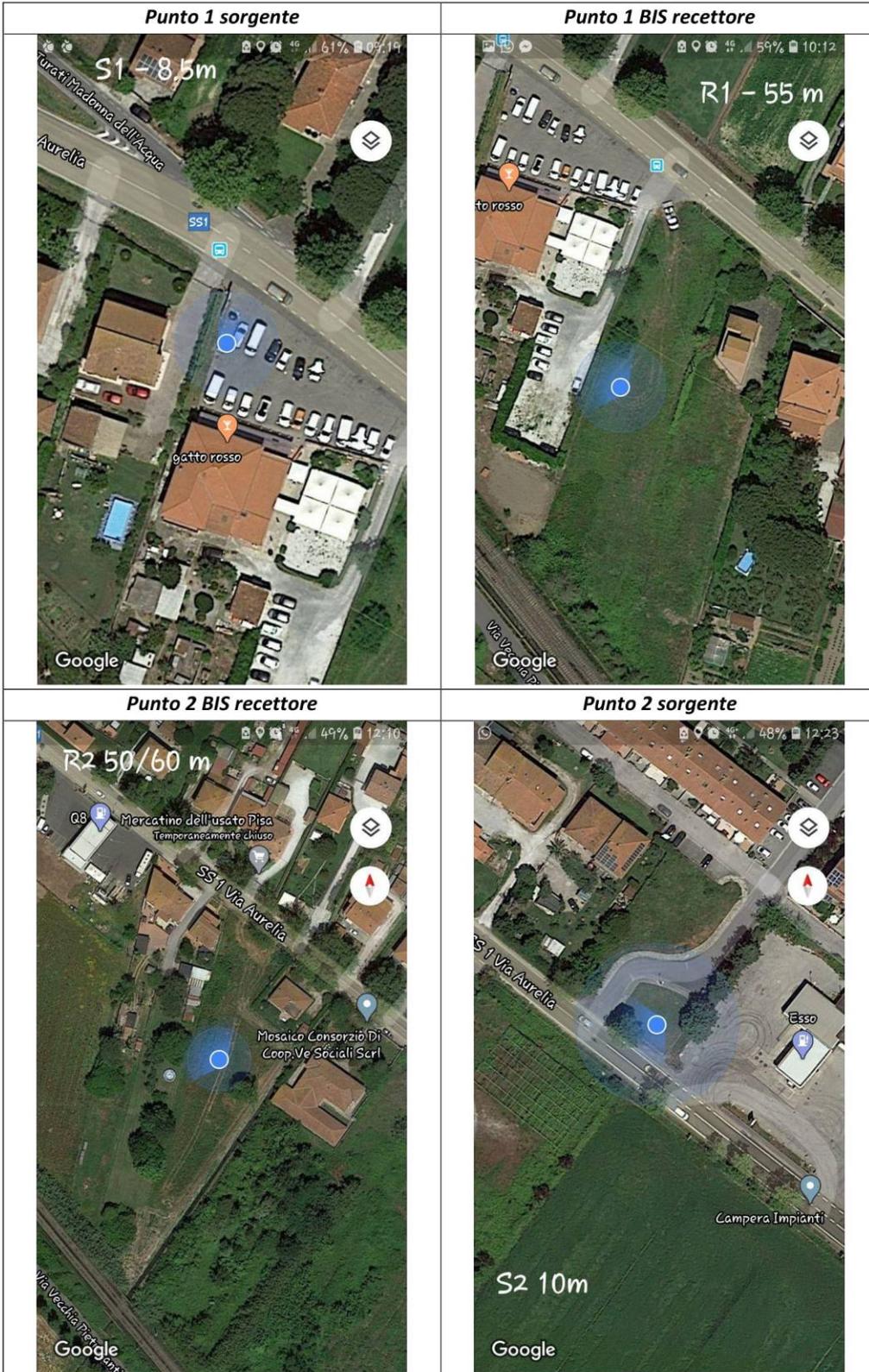
Passaggi treni	3	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

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 $< 5 \text{ m/s}$.

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

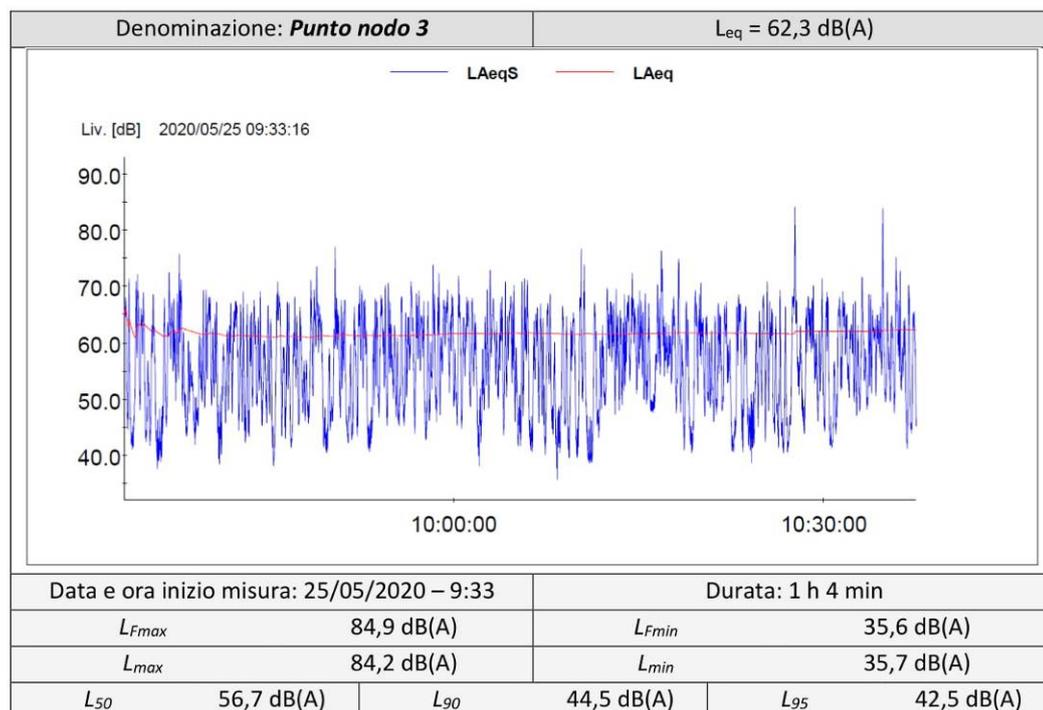


RISULTATI OTTENUTI DAI RILIEVI DEI FLUSSI VEICOLARI

Seconda campagna di misura del 25/05/2020

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

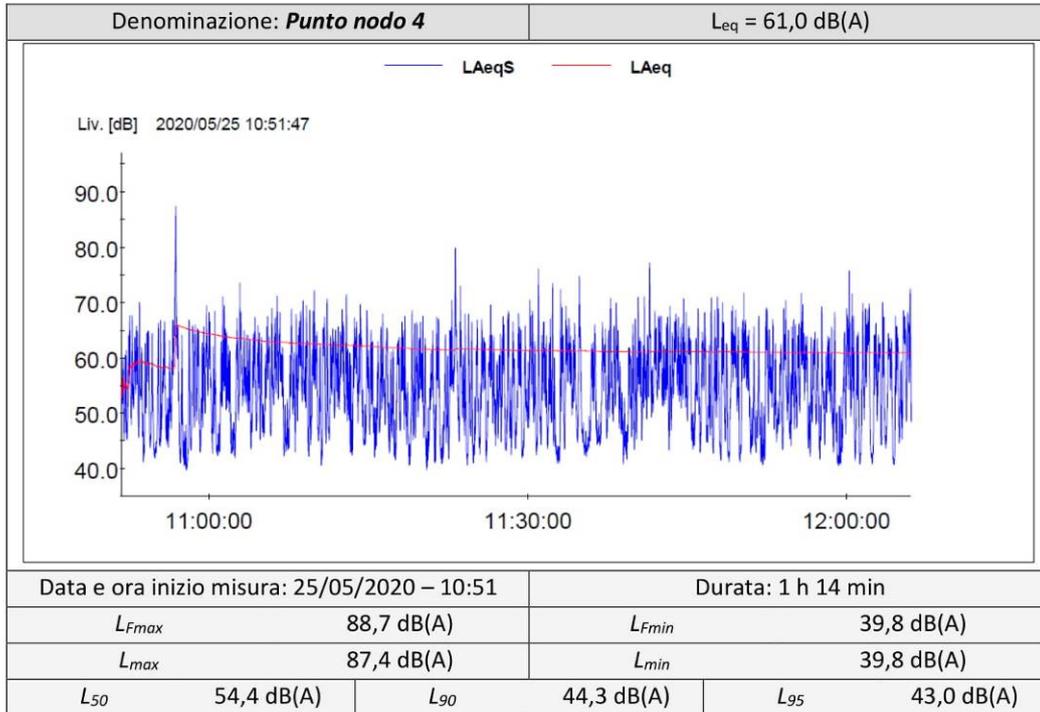
I punti sono denominati come accordato; la loro localizzazione esatta è rappresentata nelle fotografie aeree allegate in cui è indicata anche (approssimativamente) la distanza dalla viabilità.



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Madonna dell'Acqua</i>		<i>Totale</i>
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

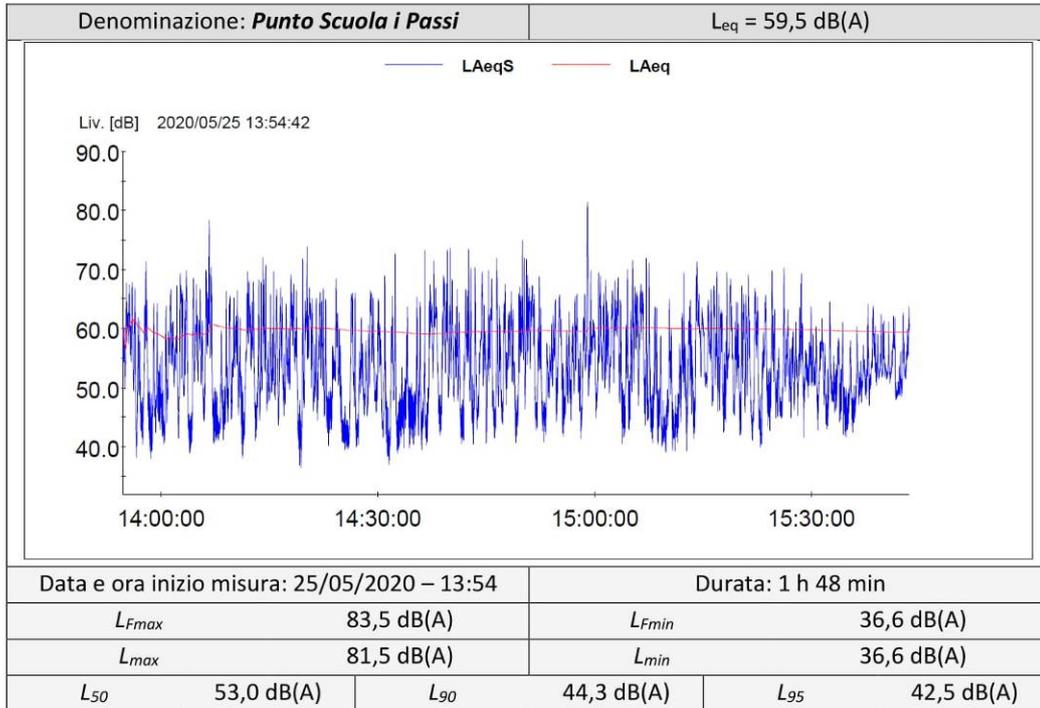


<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Pisa</i>		<i>Direzione Pontasserchio</i>		<i>Totale</i>
Autovetture	227	Autovetture	242	469
Autocarri leggeri	5	Autocarri leggeri	11	16
Autocarri pesanti	3	Autocarri pesanti	1	4
Autobus	7	Autobus	0	7
Ciclomotori	35	Ciclomotori	37	72
Veicoli speciali	0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

*il veicolo speciale passato è un'ambulanza

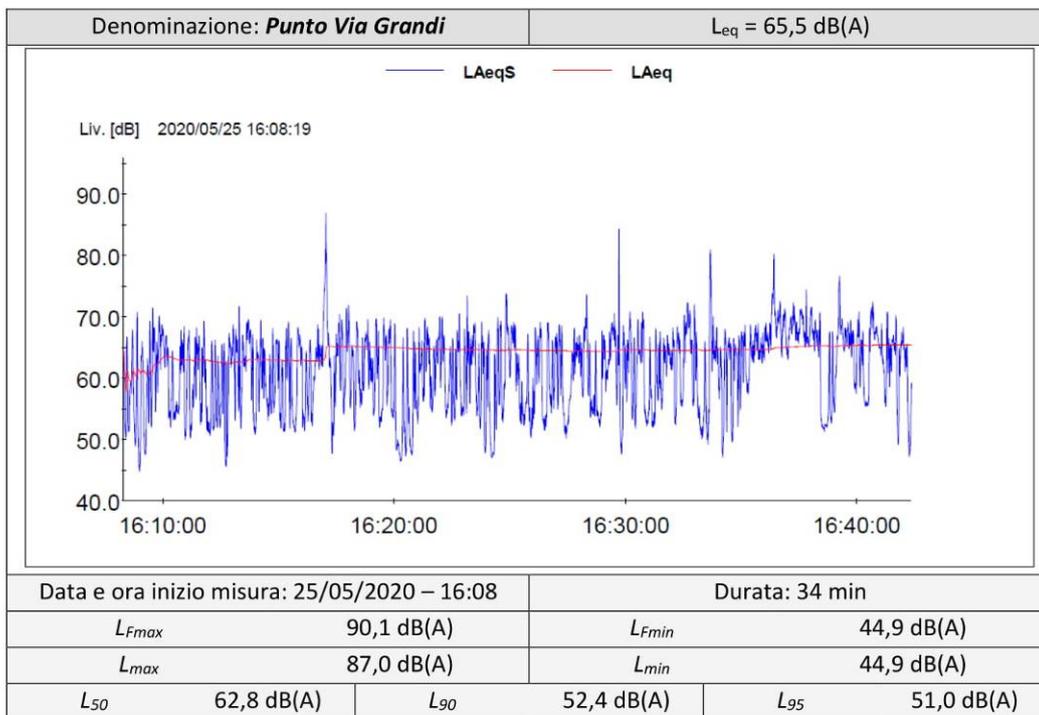
Passaggi treni	0	Passaggi aerei	0
----------------	---	----------------	---

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

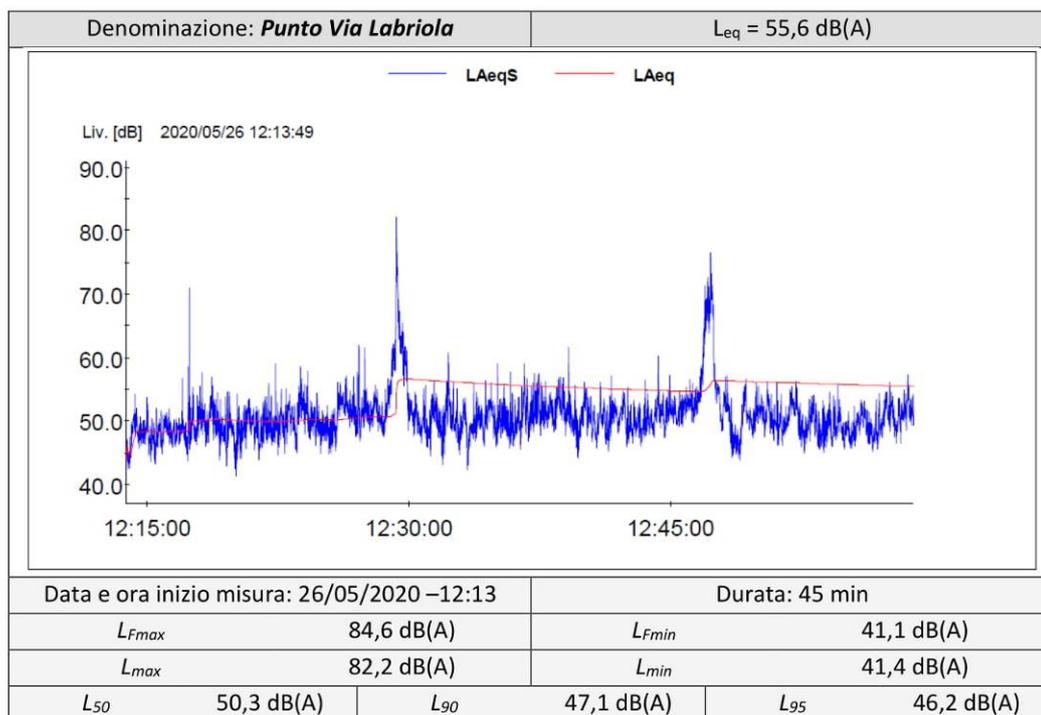
<p>Punto nodo 3</p> 	<p>Punto nodo 4</p> 
<p>Punto scuola i Passi</p> 	<p>Punto Via Grandi</p> 

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.

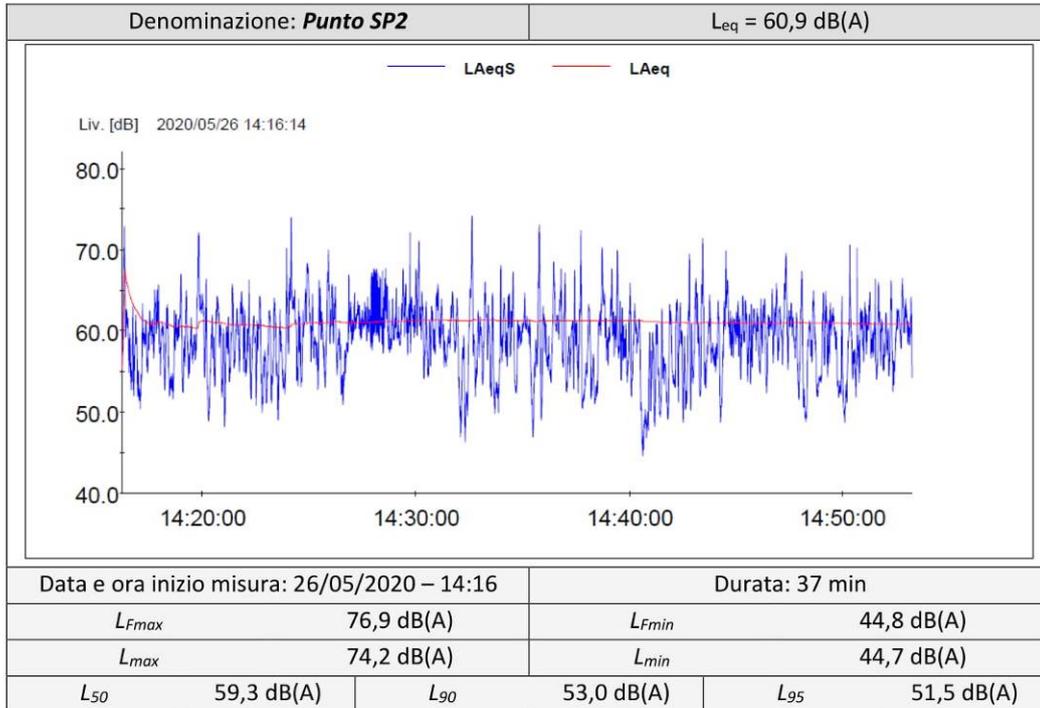
I punti sono denominati come accordato; la loro localizzazione esatta è rappresentata nelle fotografie aeree allegate in cui è indicata anche (approssimativamente) la distanza dalla viabilità.



Nessuna visibilità sulla viabilità: misurazione di clima acustico

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

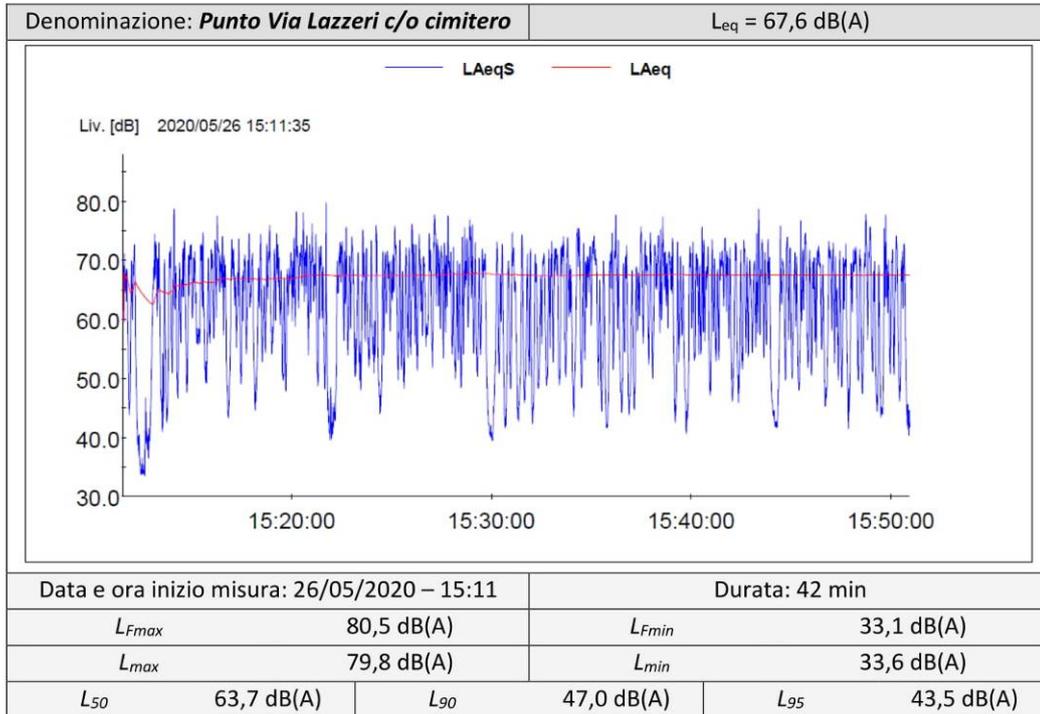
I due picchi corrispondono a due ambulanze di passaggio lungo Via Cisanello



<i>Flussi veicolari rilevati</i>				
<i>Direzione Ghezzano</i>		<i>Direzione San Giuliano</i>		<i>Totale</i>
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





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

**SMART
ENGINEERING**



CREALINK Srl
INGEGNERIA & CONSULENZA



Nuova viabilità nord di Pisa
Progetto Definitivo
Lotto 1-2

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

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 124

Laboratorio Misure di Electroacustica

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 -
58038 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**



CREALINK Srl
INGEGNERIA & CONSULENZA



ARCHFO
SISTEMI

Nuova viabilità nord di Pisa
Progetto Definitivo
Lotto 1-2



Delta OHM S.r.l. a socio unico
Member of GHM GROUP
Via Marconi, 5
35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596
e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica
Electroacoustic Measurement Laboratory

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
Si riferisce a <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'abitato di Madonna dell'Acqua per la configurazione ante operam e post operam

NB: in rosso i superamenti dei limiti di legge ex D.P.R. 142/2004 (strada esistente di tipologia Cb: 70/60 dB(A) per i periodi diurno/notturno)

Ricevitore	Piano	Direzione	ante operam		post operam	
			LrD dB(A)	LrN dB(A)	LrD dB(A)	LrN dB(A)
24 RSA Madonna dell'Acqua NO	piano terra	NW	50,6	45,4	57,1	51,8
24 RSA Madonna dell'Acqua SE	piano terra	SE	55,6	50,4	56,5	51,3
24N RSA Madonna dell'Acqua NE	piano terra	NE	61,3	56,1	58,3	53,1
24N RSA Madonna dell'Acqua NO	piano terra	NW	56,3	51,1	56,2	51,0
24N RSA Madonna dell'Acqua SE	piano terra	SE	59,1	53,9	57,2	51,9
1 NO	piano terra	NW	62,8	57,6	66,4	61,2
1 SE	piano terra	SE	64,2	59,0	66,1	60,9
1 SO	piano terra	SW	67,8	62,5	70,5	65,3
2 SO	piano terra	W	69,3	64,1	71,5	66,3
2 SO	piano 1	W	69,5	64,2	71,7	66,5
3 SE	piano terra	S	70,7	65,5	72,6	67,4
3 SO	piano terra	W	71,0	65,7	72,5	67,3
4 NO	piano terra	N	61,0	55,7	63,7	58,5
4 SO	piano terra	W	67,8	62,5	70,4	65,2
5 SE	piano terra	E	59,2	53,9	67,9	62,7
5 SE	piano 1	E	61,3	56,0	69,0	63,8
5 SE	piano 2	E	61,9	56,7	68,5	63,3
5 SO	piano terra	S	64,4	59,2	67,9	62,7
5 SO	piano 1	S	65,4	60,1	69,7	64,5
5 SO	piano 2	S	65,8	60,6	69,9	64,7
6 NO	piano terra	W	61,3	56,0	63,8	58,6
6 NO	piano 1	W	62,2	56,9	65,3	60,1
7 NO	piano terra	W	60,2	55,0	62,7	57,4
8 NO	piano terra	W	49,5	44,3	52,4	47,2
8 NO	piano 1	W	58,4	53,1	61,9	56,6
8 SE	piano terra	E	48,0	42,7	63,4	58,2
8 SE	piano 1	E	54,4	49,2	64,8	59,6
9 SO	piano terra		57,6	52,3	60,2	55,0
10 NO	piano terra	NW	56,4	51,2	63,2	58,0
10 NO	piano 1	NW	58,0	52,8	65,1	59,9
10 S	piano terra	SW	60,4	55,1	63,6	58,4
10 S	piano 1	SW	62,7	57,5	67,2	62,0
10 SE	piano terra	SE	56,4	51,1	56,0	50,8
10 SE	piano 1	SE	59,5	54,2	61,5	56,3
10 SO	piano terra	SW	60,3	55,0	64,4	59,2
10 SO	piano 1	SW	62,4	57,1	67,5	62,3
11 N	piano terra	W	56,8	51,5	70,9	65,7
11 N	piano 1	W	62,8	57,6	72,0	66,8
11 NE	piano terra	N	61,6	56,4	64,4	59,2

11 NE	piano 1	N	66,9	61,6	68,1	62,9
11 NO	piano terra	W	51,0	45,8	72,1	66,9
11 NO	piano 1	W	59,5	54,2	72,7	67,4
11 SE	piano terra	E	58,9	53,7	62,8	57,5
11 SE	piano 1	E	63,4	58,2	67,1	61,9
12 NE	piano terra	N	66,2	60,9	65,1	59,9
12 NE	piano 1	N	68,4	63,2	67,7	62,4
12 NO	piano terra	W	58,8	53,5	65,5	60,3
12 NO	piano 1	W	62,8	57,6	67,7	62,4
12 SE	piano terra	E	62,3	57,0	62,6	57,4
12 SE	piano 1	E	64,9	59,7	66,2	61,0
13 N NE	piano terra	N	64,2	58,9	62,6	57,4
13 NO	piano terra	W	53,1	47,8	65,2	60,0
13 NO	piano 1	W	57,7	52,4	69,4	64,1
13 S SE	piano terra	E	59,8	54,5	61,7	56,5
14 N NE	piano terra	N	67,0	61,7	65,9	60,7
14 N NE	piano 1	N	68,6	63,4	66,3	61,0
14 N NO	piano terra	W	61,7	56,4	63,1	57,8
14 N NO	piano 1	W	63,9	58,6	66,0	60,7
14 N SE	piano terra	E	65,2	59,9	64,5	59,2
14 N SE	piano 1	E	66,7	61,5	65,6	60,4
14 NO	piano terra	W	59,0	53,8	62,5	57,3
14 NO	piano 1	W	62,1	56,9	66,2	61,0
14 SE	piano terra	E	60,1	54,8	61,2	56,0
14 SE	piano 1	E	62,4	57,1	64,1	58,9
14 TORRE SE	piano terra	E	62,7	57,4	62,6	57,4
14 TORRE SE	piano 1	E	64,6	59,4	64,6	59,4
14 TORRE SE	piano 2	E	64,9	59,6	65,5	60,3
15 NE	piano terra	N	68,9	63,7	67,3	62,1
15 NE	piano 1	N	69,8	64,5	67,3	62,1
15 NO	piano terra	W	61,4	56,1	62,8	57,5
15 NO	piano 1	W	63,7	58,4	65,6	60,4
15 S NO	piano terra	W	58,2	53,0	62,3	57,0
15 S SE	piano terra	E	61,2	55,9	61,5	56,3
15 SE	piano terra	E	65,6	60,3	64,1	58,9
15 SE	piano 1	E	67,3	62,0	65,6	60,4
16 NE	piano terra	NE	70,3	65,1	68,5	63,3
16 NO	piano terra	NW	66,9	61,6	65,4	60,2
16 SE	piano terra	SE	64,9	59,6	63,7	58,5
17 NE	piano terra	NE	68,1	62,8	66,6	61,3
17 NE	piano 1	NE	69,5	64,3	67,1	61,9
17 NO	piano terra	NW	62,6	57,3	62,3	57,1

17 NO	piano 1	NW	64,7	59,4	64,6	59,4
17 SE	piano terra	SE	61,8	56,6	61,1	55,9
17 SE	piano 1	SE	65,0	59,7	64,4	59,2
18 NE	piano terra	NE	69,2	63,9	67,3	62,0
18 NO	piano terra	NW	63,3	58,0	62,4	57,2
18 SE	piano terra	SE	64,0	58,7	62,6	57,4
19 NE	piano terra	NE	69,0	63,7	67,0	61,8
19 NO	piano terra	NW	64,1	58,9	62,8	57,6
19 SE	piano terra	SE	62,6	57,4	61,1	55,9
20 NE	piano terra	N	52,8	47,6	53,3	48,1
20 NE	piano 1	N	58,4	53,2	59,3	54,0
20 NE	piano 2	N	60,3	55,0	61,3	56,1
20 NE	piano 3	N	61,0	55,8	62,2	57,0
20 NO	piano terra	W	45,9	40,7	63,6	58,3
20 NO	piano 1	W	50,4	45,1	68,2	63,0
20 NO	piano 2	W	52,9	47,7	68,7	63,5
20 NO	piano 3	W	54,0	48,7	68,9	63,7
20 SE	piano terra	E	49,2	44,0	57,2	52,0
20 SE	piano 1	E	55,0	49,8	62,7	57,4
20 SE	piano 2	E	57,2	52,0	63,9	58,7
20 SE	piano 3	E	58,3	53,1	64,4	59,2
21 NE	piano terra	NE	68,9	63,7	66,6	61,3
21 NE	piano 1	NE	69,9	64,7	67,6	62,4
21 NO	piano terra	W	61,0	55,8	60,0	54,8
21 NO	piano 1	W	63,3	58,1	63,4	58,2
22 SE	piano terra	SE	62,7	57,5	60,8	55,6
22 NE	piano terra	NE	68,8	63,6	66,4	61,2
23 NO	piano terra	NW	62,1	56,9	60,2	54,9
23 NO	piano 1	NW	64,3	59,1	63,4	58,1
23 SE	piano terra	SE	62,6	57,4	60,8	55,6
23 SE	piano 1	SE	64,5	59,3	63,4	58,2
23N NE	piano terra	NE	68,8	63,6	66,5	61,3
23N NE	piano 1	NE	69,7	64,5	67,5	62,3
SS1 1 NO	piano terra	NW	61,6	56,4	61,6	56,4
SS1 1 SE	piano terra	SE	60,7	55,4	58,9	53,7
SS1 1 SO	piano terra	SW	65,7	60,4	64,2	58,9
SS1 2 NO	piano terra	NW	58,7	53,4	57,2	51,9
SS1 2 SE	piano terra	SE	56,4	51,2	55,7	50,5
SS1 2 SO	piano terra	SW	61,1	55,9	59,5	54,2
SS1 3 NO	piano terra	NW	49,7	44,4	50,0	44,8
SS1 3 NO	piano 1	NW	54,3	49,0	54,3	49,1
SS1 3 SE	piano terra	SE	51,3	46,0	50,6	45,4

SS1 3 SE	piano 1	SE	55,4	50,1	54,2	49,0
SS1 3 SO	piano terra	SW	54,2	48,9	53,8	48,6
SS1 3 SO	piano 1	SW	59,4	54,1	58,1	52,9
SS1 4 NO	piano terra	NW	62,0	56,8	60,5	55,3
SS1 4 NO	piano 1	NW	64,5	59,2	62,8	57,6
SS1 4 SE	piano terra	SE	58,5	53,2	58,0	52,8
SS1 4 SE	piano 1	SE	62,3	57,0	60,6	55,3
SS1 4 SO	piano terra	SW	65,0	59,7	63,7	58,5
SS1 4 SO	piano 1	SW	67,4	62,1	65,6	60,4
SS1 5 NO	piano terra	NW	53,6	48,4	53,6	48,4
SS1 5 NO	piano 1	NW	59,0	53,8	57,7	52,5
SS1 5 SE	piano terra	SE	50,3	45,0	50,5	45,2
SS1 5 SE	piano 1	SE	56,4	51,1	55,5	50,2
SS1 5 SO	piano terra	SW	52,9	47,6	52,8	47,6
SS1 5 SO	piano 1	SW	59,6	54,4	58,2	53,0
SS1 6 corpo NO	piano terra	N	45,8	40,5	46,5	41,3
SS1 6 corpo NO	piano 1	N	51,4	46,2	50,5	45,3
SS1 6 corpo SE	piano terra	S	48,4	43,1	48,4	43,2
SS1 6 corpo SE	piano 1	S	54,4	49,1	53,8	48,5
SS1 6 NO	piano terra	N	48,8	43,6	48,1	42,9
SS1 6 SE	piano terra	S	51,1	45,8	50,4	45,1
SS1 6 SO	piano terra	W	52,6	47,4	52,1	46,9
SS1 7 NO	piano terra	NW	57,6	52,3	57,1	51,8
SS1 7 SE	piano terra	SE	56,8	51,5	57,4	52,2
SS1 7 SO	piano terra	SW	62,8	57,5	62,1	56,8
SS1 8 NO	piano terra	NW	54,2	48,9	54,2	49,0
SS1 8 SE	piano terra	SE	45,0	39,8	45,8	40,6
SS1 9 NO	piano terra	NW	59,9	54,7	59,8	54,6
SS1 9 NO	piano 1	NW	63,5	58,2	61,5	56,3
SS1 9 SE	piano terra	SE	60,2	55,0	59,2	54,0
SS1 9 SE	piano 1	SE	63,3	58,0	61,3	56,0
SS1 9 SO	piano terra	SW	65,1	59,9	64,2	59,0
SS1 9 SO	piano 1	SW	67,8	62,6	65,7	60,5
SS1 10 NO/N	piano terra	NW	50,2	44,9	51,6	46,4
SS1 10 NO/N	piano 1	NW	55,8	50,6	55,4	50,2
SS1 10 NO/S	piano terra	NW	51,4	46,1	52,6	47,4
SS1 10 NO/S	piano 1	NW	57,6	52,3	56,8	51,6
SS1 10 SE	piano terra	SE	46,1	40,9	46,2	40,9
SS1 10 SE	piano 1	SE	51,6	46,3	50,9	45,7
SS1 10 SO	piano terra	SW	52,4	47,1	53,1	47,9
SS1 10 SO	piano 1	SW	59,2	53,9	58,2	53,0
SS1 10 SO/E	piano terra	SE	48,8	43,5	49,2	44,0

SS1 10 SO/E	piano 1	SE	54,6	49,4	54,0	48,8
SS1 10 SO/O	piano terra	SW	46,4	41,2	46,9	41,7
SS1 10 SO/O	piano 1	SW	56,4	51,2	55,6	50,4
SS1 11 NO	piano terra	NW	60,8	55,6	60,1	54,9
SS1 11 SE	piano terra	SE	60,7	55,4	58,8	53,6
SS1 11 SO	piano terra	SW	65,2	59,9	63,6	58,3
SS1 12E SE	piano terra	SE	64,1	58,8	62,0	56,7
SS1 12E SO	piano terra	SW	68,3	63,0	66,1	60,9
SS1 12O NO	piano terra	NW	64,1	58,8	62,2	57,0
SS1 12O SO	piano terra	SW	68,0	62,8	65,8	60,6
SS1 13 NO	piano terra	NW	67,5	62,2	65,4	60,2
SS1 13 NO	piano 1	NW	68,6	63,4	66,3	61,1
SS1 13 SE	piano terra	SE	59,2	53,9	56,8	51,6
SS1 13 SE	piano 1	SE	62,2	56,9	60,2	55,0
SS1 13 SO	piano terra	SW	73,8	68,5	71,7	66,5
SS1 13 SO	piano 1	SW	73,7	68,4	71,2	65,9
SS1 14 NO	piano terra	NW	53,9	48,6	51,9	46,7
SS1 14 SO	piano terra	SW	72,8	67,5	70,2	64,9
SS1 15 NO	piano terra	NW	61,8	56,5	59,6	54,3
SS1 15 SE	piano terra	SE	55,2	49,9	53,0	47,7
SS1 15 SO	piano terra	SW	60,8	55,5	58,5	53,3
SS1 16E SE	piano terra	SE	48,9	43,6	47,3	42,1
SS1 16E SO	piano terra	SW	61,4	56,2	59,2	54,0
SS1 16O NO	piano terra	NW	56,9	51,6	54,7	49,4
SS1 16O NO	piano 1	NW	60,4	55,1	58,4	53,2
SS1 16O SO	piano terra	SW	60,9	55,7	58,8	53,5
SS1 16O SO	piano 1	SW	63,8	58,6	61,9	56,7
SS1 17 SE	piano terra	SE	57,1	51,8	55,0	49,8
SS1 18 NO	piano terra	NW	60,7	55,5	58,3	53,1
SS1 18 NO	piano 1	NW	62,9	57,7	61,0	55,8
SS1 18 SE	piano terra	SE	61,8	56,6	59,1	53,9
SS1 18 SE	piano 1	SE	64,5	59,3	62,5	57,3
SS1 18 SO	piano terra	SW	66,3	61,1	63,5	58,3
SS1 18 SO	piano 1	SW	68,0	62,8	66,0	60,7
SS1 19 NO	piano terra	NW	62,3	57,0	59,7	54,5
SS1 19 NO	piano 1	NW	64,7	59,5	62,7	57,5
SS1 19 SE	piano terra	SE	59,6	54,4	57,2	52,0
SS1 19 SE	piano 1	SE	62,4	57,2	60,6	55,3
SS1 19 SO	piano terra	SW	65,6	60,4	63,1	57,9
SS1 19 SO	piano 1	SW	67,9	62,7	65,8	60,6
SS1 20 NO	piano terra	NW	59,0	53,8	56,6	51,4
SS1 20 NO	piano 1	NW	62,3	57,1	60,3	55,1

SS1 20 SE	piano terra	SE	59,1	53,9	56,7	51,5
SS1 20 SE	piano 1	SE	61,3	56,1	59,7	54,4
SS1 20 SO	piano terra	SW	64,2	59,0	61,8	56,5
SS1 20 SO	piano 1	SW	67,1	61,9	65,1	59,9
SS1 21 NO	piano terra	NW	61,1	55,9	58,5	53,3
SS1 21 SE	piano terra	SE	57,6	52,4	55,9	50,7
SS1 21 SO	piano terra	SW	63,9	58,7	61,7	56,5
SS1 22 NO	piano terra	NW	48,9	43,7	47,9	42,7
SS1 22 SE	piano terra	SE	51,7	46,5	50,6	45,4
SS1 22 SO	piano terra	SW	54,8	49,6	53,4	48,2
SS1 23 SE	piano terra	SE	56,9	51,7	54,8	49,6
SS1 23 SE	piano 1	SE	61,4	56,2	60,0	54,7
SS1 23 SO	piano terra	SW	61,1	55,9	58,9	53,7
SS1 23 SO	piano 1	SW	65,6	60,4	63,8	58,6
SS1 23O NO	piano terra	NW	59,7	54,5	57,0	51,8
SS1 24 NO	piano terra	NW	58,7	53,5	56,7	51,4
SS1 24 NO	piano 1	NW	62,2	57,0	60,5	55,3
SS1 24 SE	piano terra	SE	59,0	53,8	56,9	51,7
SS1 24 SE	piano 1	SE	62,2	57,0	60,8	55,5
SS1 24 SO	piano terra	SW	63,3	58,1	61,2	56,0
SS1 24 SO	piano 1	SW	66,3	61,1	64,7	59,5
SS1 25 NE	piano terra	NE	67,5	62,3	65,3	60,1
SS1 25 NO	piano terra	NW	62,2	57,0	60,8	55,5
SS1 25 SE	piano terra	SE	63,6	58,4	61,7	56,5
SS1 26 NO	piano 1	NW	58,6	53,4	58,3	53,1
SS1 26 SE	piano terra	SE	57,8	52,6	57,6	52,4
SS1 26 SE	piano 1	SE	62,1	56,9	60,8	55,5
SS1 26 SO	piano 1	SW	66,8	61,6	65,4	60,1
SS1 26N NO	piano terra	NW	55,9	50,7	53,2	48,0
SS1 26N SE	piano terra	SE	44,2	39,0	44,1	38,9
SS1 26O NO	piano terra	NW	60,3	55,1	57,4	52,2
SS1 26S SO	piano terra	SW	66,9	61,7	64,9	59,7
SS1 27 NO	piano terra	NW	59,5	54,3	58,8	53,6
SS1 27 NO	piano 1	NW	62,3	57,1	61,1	55,9
SS1 27 SE	piano terra	SE	61,0	55,8	59,4	54,2
SS1 27 SE	piano 1	SE	63,6	58,4	62,1	56,9
SS1 27 SO	piano terra	SW	64,9	59,7	64,0	58,8
SS1 27 SO	piano 1	SW	67,3	62,1	65,8	60,6
SS1 28N NO	piano terra	NW	49,3	44,1	48,3	43,1
SS1 28N SE	piano terra	SE	44,1	38,9	45,0	39,8
SS1 28S NO	piano terra	NW	49,9	44,7	48,6	43,4
SS1 28S NO	piano 1	NW	54,0	48,8	53,4	48,2

SS1 28S SE	piano terra	SE	43,9	38,7	44,9	39,6
SS1 28S SE	piano 1	SE	49,0	43,8	50,2	45,0
SS1 28S SO	piano terra	SW	48,7	43,5	48,6	43,4
SS1 28S SO	piano 1	SW	54,6	49,4	54,6	49,4
SS1 29 SO	piano terra	SW	65,9	60,7	64,0	58,8
SS1 30 NO	piano terra	NW	48,7	43,5	48,8	43,6
SS1 30 NO	piano 1	NW	53,9	48,7	53,5	48,3
SS1 30 SE	piano terra	SE	56,1	50,9	54,3	49,1
SS1 30 SE	piano 1	SE	59,2	54,0	58,2	53,0
SS1 30 SO-Centro	piano terra	SW	55,5	50,3	54,4	49,2
SS1 30 SO-Centro	piano 1	SW	60,1	54,9	59,2	54,0
SS1 30 SO-N	piano terra	SW	54,2	49,0	53,1	47,9
SS1 30 SO-N	piano 1	SW	58,1	52,9	57,1	51,8
SS1 30 SO-S	piano terra	SW	56,0	50,8	54,2	49,0
SS1 30 SO-S	piano 1	SW	60,5	55,3	59,5	54,2
SS1 31 NO	piano 2	NW	52,1	46,9	54,7	49,5
SS1 31 SE	piano 2	SE	54,4	49,2	55,7	50,5
SS1 31 SO	piano 2	SW	57,9	52,7	59,3	54,0
SS1 32 NO	piano terra	NW	47,6	42,4	48,2	43,0
SS1 32 NO	piano 1	NW	52,8	47,6	53,2	47,9
SS1 32 SO	piano terra	SW	48,3	43,1	48,3	43,1
SS1 32 SO	piano 1	SW	53,0	47,8	52,9	47,7
SS1 33E SE	piano terra	SE	54,1	48,9	53,3	48,1
SS1 33E SE	piano 1	SE	59,0	53,8	58,4	53,1
SS1 33E SO	piano terra	SW	57,3	52,2	56,0	50,8
SS1 33E SO	piano 1	SW	61,8	56,6	60,8	55,6
SS1 33O NO	piano terra	NW	53,2	48,0	51,5	46,3
SS1 33O NO	piano 1	NW	57,3	52,1	56,6	51,4
SS1 33O SO	piano terra	SW	57,3	52,1	55,9	50,7
SS1 33O SO	piano 1	SW	61,5	56,3	60,6	55,4
SS1 34 SE	piano terra	SE	45,9	40,7	46,9	41,7
SS1 34 SE	piano 1	SE	51,5	46,3	53,2	48,0
SS1 34 SO-Centro	piano terra	SW	47,8	42,6	48,1	42,9
SS1 34 SO-Centro	piano 1	SW	52,9	47,7	53,8	48,6
SS1 34 SO-N	piano terra	SW	47,6	42,4	46,7	41,5
SS1 34 SO-N	piano 1	SW	52,5	47,3	51,8	46,6
SS1 34 SO-S	piano terra	SW	50,7	45,5	50,3	45,1
SS1 34 SO-S	piano 1	SW	55,7	50,5	55,7	50,5
SS1 35 NO	piano terra	NW	46,4	41,2	46,4	41,2
SS1 35 NO	piano 1	NW	52,9	47,7	53,1	47,9
SS1 35 SE	piano terra	SE	41,3	36,1	42,5	37,3
SS1 35 SE	piano 1	SE	48,1	42,9	49,2	44,0

SS1 35 SO-Centro	piano terra	SW	46,1	40,9	46,7	41,5
SS1 35 SO-Centro	piano 1	SW	51,2	46,0	52,1	46,9
SS1 35 SO-N	piano terra	SW	49,3	44,1	49,0	43,8
SS1 35 SO-N	piano 1	SW	54,2	49,0	54,5	49,3
SS1 35 SO-S	piano terra	SW	46,1	40,9	48,2	43,0
SS1 35 SO-S	piano 1	SW	53,1	47,9	54,1	48,9
SS1 36N NO	piano terra	NW	57,5	52,3	57,0	51,8
SS1 36N NO	piano 1	NW	62,0	56,8	60,8	55,6
SS1 36N SE	piano terra	SE	54,5	49,3	56,0	50,7
SS1 36N SE	piano 1	SE	60,4	55,2	59,4	54,1
SS1 36S NO	piano terra	NW	60,1	54,9	59,1	53,9
SS1 36S NO	piano 1	NW	63,3	58,1	62,1	56,8
SS1 36S SE	piano terra	SE	58,7	53,5	59,3	54,1
SS1 36S SE	piano 1	SE	63,1	57,9	61,9	56,7
SS1 36S SO	piano terra	SW	63,4	58,2	62,9	57,6
SS1 36S SO	piano 1	SW	66,5	61,3	65,1	59,9
SS1 37 NO-N	piano terra	NW	53,8	48,6	55,8	50,5
SS1 37 NO-N	piano 1	NW	60,6	55,4	59,8	54,6
SS1 37 NO-S	piano terra	NW	56,8	51,6	58,8	53,6
SS1 37 NO-S	piano 1	NW	63,1	57,9	61,8	56,6
SS1 37 SE-N	piano terra	SE	56,1	50,9	55,6	50,4
SS1 37 SE-N	piano 1	SE	60,0	54,8	59,2	54,0
SS1 37 SE-S	piano terra	SE	58,5	53,3	58,3	53,1
SS1 37 SE-S	piano 1	SE	62,3	57,1	61,1	55,9
SS1 37 SO	piano terra	SW	61,1	55,9	62,4	57,1
SS1 37 SO	piano 1	SW	66,4	61,2	65,0	59,8
SS1 38 NO	piano terra	NW	64,5	59,3	63,7	58,5
SS1 38 NO	piano 1	NW	66,3	61,1	64,6	59,4
SS1 38 SE	piano terra	SE	64,3	59,0	62,4	57,2
SS1 38 SE	piano 1	SE	64,9	59,7	62,9	57,7
SS1 38 SO	piano terra	SW	70,2	65,0	68,5	63,3
SS1 38 SO	piano 1	SW	70,7	65,5	68,7	63,5
SS1 39 NO	piano terra	NW	59,6	54,4	59,1	53,8
SS1 40 NO	piano terra	NW	62,6	57,4	60,9	55,6
SS1 40 NO	piano 1	NW	63,6	58,3	61,6	56,4
SS1 40 SO	piano terra	SW	70,3	65,1	68,3	63,1
SS1 40 SO	piano 1	SW	70,5	65,3	68,5	63,2
SS1 41 SO	piano terra	SW	70,4	65,2	68,4	63,2
SS1 41 SO	piano 1	SW	70,6	65,3	68,5	63,3
SS1 42 SE	piano terra	SE	64,3	59,1	62,6	57,4
SS1 42 SE	piano 1	SE	65,6	60,4	63,7	58,5
SS1 42 SO	piano terra	SW	70,4	65,2	68,4	63,2

SS1 42 SO	piano 1	SW	70,6	65,4	68,6	63,3
SS1 43 NE-N	piano terra	NE	63,2	58,0	63,1	57,9
SS1 43 NE-N	piano 1	NE	66,7	61,5	64,9	59,7
SS1 43 NE-S	piano terra	NE	65,8	60,5	64,9	59,7
SS1 43 NE-S	piano 1	NE	68,0	62,8	66,1	60,9
SS1 43 NO	piano terra	NW	57,6	52,4	59,2	54,0
SS1 43 NO	piano 1	NW	62,2	57,0	61,8	56,5
SS1 43 SE	piano terra	SE	58,8	53,6	58,1	52,9
SS1 43 SE	piano 1	SE	62,8	57,6	61,2	56,0
SS1 44 NE-N	piano terra	NE	52,1	46,9	51,6	46,4
SS1 44 NE-N	piano 1	NE	58,4	53,2	57,3	52,1
SS1 44 NE-S	piano terra	NE	53,1	47,9	52,4	47,2
SS1 44 NE-S	piano 1	NE	59,2	53,9	57,9	52,7
SS1 44 SE	piano 1	SE	56,8	51,6	57,6	52,4
SS1 45 NO-N	piano terra	NW	54,6	49,3	54,4	49,1
SS1 45 NO-N	piano 1	NW	60,1	54,9	58,7	53,5
SS1 45 NO-S	piano terra	NW	60,0	54,8	59,2	54,0
SS1 45 NO-S	piano 1	NW	63,5	58,3	61,8	56,5
SS1 45 SE-N	piano terra	SE	55,9	50,7	54,2	48,9
SS1 45 SE-N	piano 1	SE	59,5	54,3	58,1	52,9
SS1 45 SE-S	piano terra	SE	60,4	55,2	58,6	53,3
SS1 45 SE-S	piano 1	SE	62,8	57,5	61,2	56,0
SS1 45 SO	piano terra	SW	65,4	60,2	63,9	58,7
SS1 45 SO	piano 1	SW	67,3	62,1	65,5	60,2
SS1 46E SE	piano terra	SE	61,4	56,2	60,9	55,6
SS1 46E SE	piano 1	SE	64,2	58,9	62,7	57,5
SS1 46E SO	piano terra	SW	66,4	61,2	64,8	59,5
SS1 46E SO	piano 1	SW	67,6	62,4	65,8	60,5
SS1 46O NO	piano terra	NW	61,5	56,3	59,2	54,0
SS1 46O NO	piano 1	NW	63,3	58,1	61,6	56,3
SS1 46O SE	piano terra	SE	57,7	52,5	57,8	52,6
SS1 46O SE	piano 1	SE	61,9	56,7	60,9	55,6
SS1 47 NO	piano terra	NW	55,8	50,5	54,0	48,8
SS1 47 SE	piano terra	SE	52,9	47,7	53,1	47,9
SS1 48 NO	piano terra	NW	51,9	46,6	52,7	47,5
SS1 48 NO	piano 1	NW	57,1	51,9	56,5	51,2
SS1 48 SE	piano terra	SE	54,1	48,9	54,4	49,2
SS1 48 SE	piano 1	SE	58,7	53,5	58,3	53,1
SS1 48 SO	piano terra	SW	58,1	52,9	58,7	53,5
SS1 48 SO	piano 1	SW	63,2	57,9	62,3	57,1
SS1 49 NO	piano terra	NW	46,8	41,5	46,9	41,7
SS1 49 NO	piano 1	NW	52,7	47,5	52,3	47,1

SS1 49 SO	piano terra	SW	51,2	46,0	52,1	46,9
SS1 49 SO	piano 1	SW	57,9	52,6	57,0	51,8
SS1 50 SO	piano terra	SW	51,8	46,6	50,2	45,0
SS1 50 SO	piano 1	SW	57,3	52,1	55,9	50,7
SS1 51 SE	piano terra	SE	43,5	38,3	44,0	38,8
SS1 51 SE	piano 1	SE	49,7	44,4	49,4	44,2
SS1 51 SO	piano terra	SW	50,6	45,4	49,6	44,4
SS1 51 SO	piano 1	SW	56,1	50,9	54,9	49,7
SS1 52 NO	piano terra	NW	56,6	51,4	57,3	52,1
SS1 52 NO	piano 1	NW	61,5	56,3	60,3	55,1
SS1 52 SE	piano terra	SE	55,8	50,6	56,1	50,8
SS1 52 SE	piano 1	SE	59,9	54,7	59,4	54,1
SS1 52 SO	piano terra	SW	62,6	57,4	62,7	57,5
SS1 52 SO	piano 1	SW	66,4	61,2	64,9	59,7
SS1 53 NO	piano terra	NW	57,3	52,1	57,6	52,4
SS1 53 NO	piano 1	NW	61,4	56,2	60,5	55,3
SS1 53 SE	piano terra	SE	56,2	51,0	56,2	51,0
SS1 53 SE	piano 1	SE	60,9	55,7	59,7	54,5
SS1 53 SO	piano terra	SW	61,9	56,7	61,8	56,6
SS1 53 SO	piano 1	SW	65,8	60,6	64,3	59,1
SS1 54 NO	piano terra	NW	44,9	39,7	45,5	40,3
SS1 54 NO	piano 1	NW	51,5	46,3	51,2	45,9
SS1 54 SE	piano terra	SE	45,5	40,3	45,5	40,3
SS1 54 SE	piano 1	SE	50,7	45,5	50,4	45,2
SS1 54 SO	piano terra	SW	50,5	45,3	49,9	44,7
SS1 54 SO	piano 1	SW	56,4	51,2	55,7	50,5
SS1 55 SE	piano terra	SE	58,5	53,3	56,9	51,7
SS1 55 SE	piano 1	SE	62,1	56,8	60,3	55,1
SS1 55 SO	piano terra	SW	65,4	60,1	63,6	58,4
SS1 55 SO	piano 1	SW	67,5	62,2	65,7	60,5
SS1 55O NO	piano terra	NW	58,6	53,4	58,3	53,1
SS1 55O NO	piano 1	NW	62,3	57,0	61,2	56,0
SS1 56 NO	piano terra	NW	50,4	45,2	49,4	44,2
SS1 56 NO	piano 1	NW	55,1	49,9	54,5	49,3
SS1 56 SE	piano terra	SE	44,3	39,0	43,3	38,1
SS1 56 SE	piano 1	SE	53,0	47,8	51,6	46,4
SS1 56 SO	piano 1	SW	56,1	50,9	55,2	50,0
SS1 57 NO	piano terra	NW	41,4	36,1	41,3	36,1
SS1 57 SE	piano terra	SE	47,5	42,3	46,3	41,1
SS1 57 SO	piano terra	SW	45,8	40,6	44,8	39,5
SS1 58 NO	piano terra	NW	63,1	57,9	61,2	56,0
SS1 58 SO	piano terra	SW	68,1	62,9	66,0	60,8

SS1 59 NO	piano terra	NW	59,5	54,3	57,7	52,5
SS1 59 NO	piano 1	NW	62,1	56,9	60,5	55,3
SS1 59 SE	piano terra	SE	59,9	54,6	57,5	52,3
SS1 59 SE	piano 1	SE	63,3	58,1	61,2	55,9
SS1 59 SO	piano terra	SW	65,0	59,8	62,9	57,6
SS1 59 SO	piano 1	SW	67,4	62,1	65,4	60,2
SS1 60 SE	piano terra	SE	55,5	50,3	53,0	47,8
SS1 61 SE	piano terra	SE	52,3	47,1	49,8	44,6
SS1 61 SE	piano 1	SE	58,3	53,1	56,3	51,0
SS1 62 NE	piano terra	NE	66,4	61,1	63,7	58,5
SS1 62 NE	piano 1	NE	68,1	62,9	65,9	60,7
SS1 62 NE	piano 2	NE	68,1	62,9	65,9	60,7
SS1 62 NO	piano terra	NW	61,6	56,4	59,4	54,2
SS1 62 NO	piano 1	NW	63,9	58,7	62,4	57,2
SS1 62 NO	piano 2	NW	64,1	58,9	62,7	57,5
SS1 62 SE	piano terra	SE	61,5	56,3	58,9	53,7
SS1 62 SE	piano 1	SE	63,6	58,3	61,7	56,4
SS1 62 SE	piano 2	SE	63,7	58,4	62,0	56,8
SS1 63 NE	piano terra	NE	66,4	61,2	63,7	58,5
SS1 63 NE	piano 1	NE	68,0	62,8	65,8	60,6
SS1 63 NE	piano 2	NE	68,0	62,8	65,8	60,6
SS1 63 NO	piano terra	NW	61,7	56,5	59,2	54,0
SS1 63 NO	piano 1	NW	63,7	58,5	62,1	56,9
SS1 63 NO	piano 2	NW	63,8	58,6	62,4	57,2
SS1 63 SE	piano terra	SE	61,6	56,4	59,3	54,0
SS1 63 SE	piano 1	SE	63,8	58,5	61,8	56,6
SS1 63 SE	piano 2	SE	63,9	58,7	62,2	57,0
SS1 64 NE	piano terra	NE	66,7	61,5	64,4	59,2
SS1 64 NE	piano 1	NE	68,0	62,8	65,8	60,6
SS1 64 NE	piano 2	NE	68,0	62,8	65,8	60,6
SS1 64 NO	piano terra	NW	62,0	56,8	60,0	54,8
SS1 64 NO	piano 1	NW	63,7	58,5	62,0	56,8
SS1 64 NO	piano 2	NW	63,8	58,5	62,3	57,1
SS1 64 SE	piano terra	SE	61,5	56,3	60,0	54,8
SS1 64 SE	piano 1	SE	64,2	59,0	62,1	56,9
SS1 64 SE	piano 2	SE	64,5	59,3	62,5	57,3
SS1 65 NE	piano terra	NE	56,2	51,0	54,5	49,3
SS1 65 NE	piano 1	NE	60,8	55,5	58,8	53,5
SS1 66 fronte NE	piano terra	NE	57,3	52,1	55,0	49,7
SS1 66 NE	piano 1	NE	61,1	55,9	59,0	53,7
SS1 67 NE	piano terra	NE	63,5	58,3	61,4	56,2
SS1 67 NO	piano terra	NW	58,5	53,3	56,5	51,3

SS1 67 SE	piano terra	SE	57,3	52,1	54,5	49,2
SS1 68 NO	piano terra	NW	58,8	53,6	54,3	49,1
SS1 68 NO	piano 1	NW	62,2	57,0	60,1	54,9
SS1 68 SE	piano terra	SE	59,3	54,1	57,0	51,8
SS1 68 SE	piano 1	SE	62,2	57,0	60,3	55,1
SS1 68 SO	piano terra	SW	63,8	58,5	60,4	55,2
SS1 68 SO	piano 1	SW	66,4	61,2	64,3	59,1
SS1 69 NO	piano terra	NW	59,5	54,2	56,6	51,4
SS1 69 NO	piano 1	NW	62,1	56,8	60,1	54,9
SS1 69 SE	piano terra	SE	59,3	54,1	58,5	53,3
SS1 69 SE	piano 1	SE	63,4	58,2	61,7	56,5
SS1 69 SO	piano terra	SW	63,0	57,8	61,1	55,8
SS1 69 SO	piano 1	SW	65,9	60,6	63,9	58,7
SS1 70 NO	piano terra	NW	50,5	45,3	49,2	44,0
SS1 70 NO	piano 1	NW	55,1	49,9	53,5	48,3
SS1 70 SE	piano terra	SE	49,9	44,7	50,4	45,1
SS1 70 SE	piano 1	SE	55,8	50,6	55,1	49,8
SS1 70 SO	piano terra	SW	54,7	49,5	54,7	49,5
SS1 70 SO	piano 1	SW	60,3	55,1	59,1	53,8
SS1 71 NO	piano terra	NW	52,0	46,8	51,5	46,3
SS1 71 NO	piano 1	NW	57,1	51,9	55,9	50,6
SS1 71 SE	piano terra	SE	48,1	42,8	48,7	43,4
SS1 71 SE	piano 1	SE	54,6	49,4	53,8	48,6
SS1 71 SO	piano terra	SW	54,8	49,6	55,0	49,8
SS1 71 SO	piano 1	SW	60,6	55,4	59,3	54,1
SS1 72 NE	piano terra	NE	72,4	67,2	71,2	65,9
SS1 72 NE	piano 1	NE	72,0	66,7	71,0	65,8
SS1 72 NO	piano terra	NW	66,5	61,3	64,6	59,4
SS1 72 NO	piano 1	NW	67,3	62,1	65,2	60,0
SS1 73 NE	piano terra	NE	72,5	67,3	74,5	69,3
SS1 73 NE	piano 1	NE	72,2	67,0	74,1	68,8
SS1 73 SE	piano 1	SE	65,8	60,6	68,7	63,5
SS1 74C NO	piano terra	NW	52,5	47,3	50,4	45,2
SS1 74C NO	piano 1	NW	60,1	54,9	58,2	52,9
SS1 74C SE	piano 1	SE	43,2	38,0	44,8	39,6
SS1 74CS SE	piano terra	SE	54,8	49,6	56,7	51,5
SS1 74CS SE	piano 1	SE	61,1	55,9	62,3	57,1
SS1 74E SE	piano terra	SE	52,7	47,4	54,3	49,1
SS1 74N NO	piano terra	NW	51,3	46,1	49,4	44,2
SS1 74N NO	piano 1	NW	59,0	53,8	57,1	51,8
SS1 74N SE	piano terra	SE	41,4	36,2	43,4	38,2
SS1 74N SE	piano 1	SE	53,9	48,7	56,9	51,7

SS1 74S NO	piano terra	NW	55,7	50,5	54,1	48,9
SS1 74S NO	piano 1	NW	62,2	57,0	60,4	55,2
SS1 74S SE	piano terra	SE	56,3	51,1	57,9	52,7
SS1 74S SE	piano 1	SE	63,0	57,8	64,0	58,8
SS1 74S SO	piano terra	SW	61,3	56,1	60,4	55,2
SS1 74S SO	piano 1	SW	66,9	61,6	66,4	61,2
SS1 75 NO	piano terra	NW	51,3	46,1	50,1	44,9
SS1 75 NO	piano 1	NW	55,2	50,0	53,7	48,5
SS1 75 SE	piano terra	SE	47,1	41,9	49,3	44,1
SS1 75 SE	piano 1	SE	52,2	47,0	54,0	48,8
SS1 75 SO	piano terra	SW	47,8	42,6	47,7	42,4
SS1 75 SO	piano 1	SW	56,7	51,4	57,0	51,8
SS1 76 NO	piano terra	NW	47,3	42,1	46,4	41,1
SS1 76 SE-N	piano terra	SE	43,3	38,1	45,5	40,3
SS1 76 SE-S	piano terra	SE	44,1	38,9	46,2	41,0
SS1 76 SO	piano terra	SW	45,6	40,4	45,7	40,5
SS1 77 NO	piano terra	NW	67,3	62,1	69,1	63,8
SS1 77 Se	piano terra	SE	66,8	61,6	69,7	64,5
SS1 77 SO	piano terra	SW	71,5	66,2	74,1	68,9
SS1 78E NO	piano 1	NW	61,6	56,4	64,0	58,7
SS1 78E SE	piano terra	SE	63,6	58,4	66,3	61,1
SS1 78E SE	piano 1	SE	65,0	59,8	67,9	62,7
SS1 78E SO	piano terra	SW	68,6	63,4	71,5	66,2
SS1 78E SO	piano 1	SW	69,5	64,3	72,3	67,0
SS1 78O SO	piano terra	SW	68,8	63,6	71,6	66,4
SS1 79 NO	piano terra	NW	53,5	48,2	54,1	48,9
SS1 79 NO	piano 1	NW	59,3	54,1	59,6	54,3
SS1 79 SE	piano terra	SE	49,4	44,1	52,2	47,0
SS1 79 SE	piano 1	SE	54,2	49,0	57,3	52,1
SS1 79 SO	piano terra	SW	55,0	49,8	56,2	50,9
SS1 79 SO	piano 1	SW	60,8	55,6	61,5	56,3
SS1 80 NO	piano terra	NW	47,9	42,7	48,7	43,4
SS1 80 NO	piano 1	NW	54,7	49,4	54,5	49,3
SS1 80 SE	piano terra	SE	50,6	45,3	53,0	47,8
SS1 80 SE	piano 1	SE	56,2	51,0	59,2	54,0
SS1 80 So	piano terra	SW	53,9	48,6	56,4	51,2
SS1 80 So	piano 1	SW	59,2	54,0	61,8	56,6
SS1 81 NO	piano terra	NW	64,8	59,6	67,5	62,3
SS1 81 SE	piano terra	SE	64,1	58,9	67,1	61,9
SS1 81 SO	piano terra	SW	68,5	63,2	71,3	66,1
SS1 82 NO	piano terra	NW	48,9	43,7	51,2	46,0
SS1 82 NO	piano 1	NW	56,6	51,4	59,4	54,2

SS1 82 SE	piano terra	SE	52,1	46,9	54,8	49,6
SS1 82 SE	piano 1	SE	56,9	51,7	60,0	54,7
SS1 82 SO	piano terra	SW	56,2	50,9	59,1	53,8
SS1 82 SO	piano 1	SW	61,4	56,2	64,5	59,3
SS1 83 NO	piano terra	NW	52,1	46,9	55,1	49,8
SS1 83 SO	piano terra	SW	58,7	53,5	61,7	56,5
SS1 84 NO	piano terra	NW	54,3	49,1	57,4	52,2
SS1 84 SE	piano terra	SE	54,7	49,5	58,9	53,7
SS1 84 SO	piano terra	SW	60,4	55,2	64,0	58,8
SS1 85 NO	piano terra	NW	53,9	48,7	57,6	52,4
SS1 85 SO	piano terra	SW	55,3	50,1	58,9	53,7
SS1 86 SE	piano terra	SE	46,6	41,4	50,3	45,1
SS1 86 SE	piano 1	SE	51,4	46,2	55,2	50,0
SS1 86 SO	piano terra	SW	53,8	48,6	57,4	52,2
SS1 86 SO	piano 1	SW	58,9	53,6	62,3	57,1
SS1 87 SO	piano terra	SW	51,0	45,8	54,9	49,7
Park Hotel California Hall NO	piano terra	NW	57,3	52,1	62,3	57,0
Park Hotel California Hall SE	piano terra	SE	57,5	52,3	61,3	56,1
Park Hotel California Hall SO	piano terra	SW	59,9	54,6	64,3	59,1
Park Hotel California NO	piano terra	NW	51,7	46,5	56,6	51,3
Park Hotel California SE	piano terra	SE	50,8	45,6	54,7	49,4
Park Hotel California SO-E	piano terra	SW	54,1	48,9	57,9	52,7
Park Hotel California SO-O	piano terra	SW	54,6	49,4	59,3	54,1

ALLEGATO 4

Tabella dei livelli previsti ai recettori di facciata entro l'abitato di Madonna dell'Acqua 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:

- (*) limiti riferiti a infrastruttura esistente di tipo Cb: 70/60 dB(A) in fascia A, periodi diurno/notturno
- (**) limiti riferiti a recettori sensibili: 50/40 dB(A), periodi diurno/notturno

Ricevitore	Piano	Direzione	ante mitigazioni		post mitigazioni	
			LrD dB(A)	LrN dB(A)	LrD dB(A)	LrN dB(A)
24 RSA Madonna dell'Acqua NO (**)	piano terra	NW	56,4	51,2	46,4	41,2
24 RSA Madonna dell'Acqua SE (**)	piano terra	SE	54,5	49,3	48,7	43,5
24 RSA Madonna dell'Acqua SO (**)	piano terra	SW	59,0	53,8	50,3	45,0
1 NO (*)	piano terra	NW	66,4	61,1	64,9	59,6
1 SE (*)	piano terra	SE	66,1	60,9	54,1	48,8
1 SO (*)	piano terra	SW	70,5	65,3	64,8	59,6
2 SO (*)	piano terra	W	71,4	66,2	60,9	55,7
2 SO (*)	piano 1	W	71,6	66,4	65,1	59,9
3 SE (*)	piano terra	S	72,5	67,3	63,4	58,1
3 SO (*)	piano terra	W	72,3	67,0	60,1	54,8
4 NO (*)	piano terra	N	63,5	58,3	58,3	53,0
4 SO (*)	piano terra	W	70,3	65,1	61,0	55,8
5 SE (*)	piano terra	E	67,9	62,7	61,7	56,5
5 SE (*)	piano 1	E	69,0	63,8	63,8	58,6
5 SE (*)	piano 2	E	68,5	63,3	66,8	61,6
5 SO (*)	piano terra	S	67,8	62,6	57,4	52,2
5 SO (*)	piano 1	S	69,6	64,3	64,7	59,5
5 SO (*)	piano 2	S	69,7	64,5	67,9	62,6
6 NO (*)	piano terra	W	63,4	58,1	55,6	50,4
6 NO (*)	piano 1	W	64,7	59,5	58,9	53,7
7 NO (*)	piano terra	W	62,2	56,9	53,1	47,9
8 NO (*)	piano terra	W	52,3	47,1	52,0	46,7
8 NO (*)	piano 1	W	61,8	56,6	58,7	53,4
9 SO (*)	piano terra	S	59,9	54,7	51,5	46,3
10 NO (*)	piano terra	NW	63,0	57,8	61,9	56,7
10 NO (*)	piano 1	NW	64,8	59,6	63,0	57,8
10 S (*)	piano terra	SW	63,8	58,5	61,5	56,2
10 S (*)	piano 1	SW	67,2	62,0	65,0	59,8
10 SO (*)	piano terra	SW	64,4	59,2	62,2	57,0
10 SO (*)	piano 1	SW	67,4	62,2	65,0	59,8
11 N	piano terra	W	71,0	65,8	55,5	50,3
11 N	piano 1	W	72,0	66,8	60,1	54,9
11 NE (*)	piano terra	N	65,9	60,7	60,7	55,5
11 NE (*)	piano 1	N	68,4	63,2	63,2	58,0
11 NO	piano terra	W	72,1	66,9	55,6	50,4
11 NO	piano 1	W	72,6	67,4	60,1	54,9
11 SE	piano terra	E	63,6	58,4	58,3	53,1
11 SE	piano 1	E	67,0	61,8	60,1	54,9
11 SO	piano terra	S	71,4	66,2	56,7	51,5
11 SO	piano 1	S	72,1	66,8	60,0	54,7

12 NE (*)	piano terra	N	66,5	61,3	61,7	56,5
12 NE (*)	piano 1	N	67,4	62,2	64,9	59,7
12 NO	piano terra	W	66,0	60,8	58,2	53,0
12 NO	piano 1	W	67,8	62,5	59,7	54,5
12 S	piano terra	S	65,6	60,4	54,6	49,4
12 S	piano 1	S	69,0	63,7	56,6	51,4
12 SE	piano terra	E	62,9	57,7	57,7	52,4
12 SE	piano 1	E	65,6	60,4	60,2	55,0
12 SO	piano terra	S	67,6	62,4	55,3	50,1
12 SO	piano 1	S	70,0	64,7	57,8	52,6
13 N NE (*)	piano terra	N	63,8	58,5	62,4	57,1
13 NO	piano terra	W	65,2	60,0	53,9	48,7
13 NO	piano 1	W	69,3	64,1	56,3	51,1
13 S SE	piano terra	E	62,0	56,8	59,8	54,6
13 S SO	piano terra	S	67,6	62,4	57,1	51,9
13 SO	piano terra	S	69,3	64,0	57,5	52,3
13 SO	piano 1	S	71,3	66,1	60,4	55,1
14 N NE	piano terra	N	58,2	53,0	58,1	52,9
14 N NE	piano 1	N	59,5	54,3	58,7	53,5
14 N NO	piano terra	W	61,7	56,5	58,6	53,4
14 N NO	piano 1	W	65,2	60,0	59,7	54,4
14 N SE	piano terra	E	52,0	46,7	50,6	45,4
14 N SE	piano 1	E	59,1	53,9	54,8	49,5
14 NO	piano terra	W	62,2	57,0	58,5	53,3
14 NO	piano 1	W	66,0	60,8	59,9	54,7
14 SE	piano terra	E	55,7	50,5	53,1	47,9
14 SE	piano 1	E	61,7	56,5	57,1	51,8
14 SO	piano terra	SW	62,6	57,3	57,0	51,8
14 SO	piano 1	SW	67,2	62,0	60,2	54,9
14 TORRE SE	piano terra	E	53,2	48,0	51,5	46,3
14 TORRE SE	piano 1	E	60,2	55,0	55,7	50,5
14 TORRE SE	piano 2	E	62,2	57,0	58,2	53,0
15 NE	piano terra	N	55,1	49,9	55,1	49,9
15 NE	piano 1	N	56,3	51,1	56,0	50,8
15 NO	piano terra	W	59,1	53,9	55,2	50,0
15 NO	piano 1	W	63,9	58,7	57,4	52,2
15 S NO	piano terra	W	60,0	54,7	54,2	49,0
15 S SE	piano terra	E	52,8	47,5	51,6	46,4
15 S SO	piano terra	S	55,4	50,2	52,1	46,9
15 SE	piano terra	E	49,8	44,6	49,0	43,7
15 SE	piano 1	E	57,4	52,2	54,4	49,1
16 NO	piano terra	NW	49,6	44,4	48,4	43,1

16 SE	piano terra	SE	53,0	47,8	50,7	45,5
16 SO	piano terra	SW	53,8	48,6	52,3	47,1
17 NO	piano terra	NW	52,1	46,9	51,6	46,3
17 NO	piano 1	NW	60,9	55,7	57,3	52,1
17 SE	piano terra	SE	52,4	47,1	48,5	43,3
17 SE	piano 1	SE	59,9	54,7	55,0	49,8
17 SO	piano terra	SW	54,1	48,9	51,5	46,3
17 SO	piano 1	SW	64,3	59,0	60,0	54,7
18 NO	piano terra	NW	52,8	47,6	52,0	46,8
18 SE	piano terra	SE	50,7	45,5	45,9	40,7
18 SO	piano terra	SW	57,1	51,9	53,8	48,6
19 NO	piano terra	NW	49,7	44,5	49,1	43,9
19 SE	piano terra	SE	52,9	47,7	46,3	41,1
19 SO	piano terra	SW	53,8	48,6	50,2	44,9
20 NE	piano terra	N	49,4	44,2	49,2	43,9
20 NE	piano 1	N	56,1	50,9	53,0	47,7
20 NE	piano 2	N	58,7	53,5	55,2	49,9
20 NE	piano 3	N	59,8	54,6	56,7	51,5
20 NO	piano terra	W	63,5	58,3	53,7	48,5
20 NO	piano 1	W	68,1	62,9	57,0	51,8
20 NO	piano 2	W	68,7	63,5	58,7	53,4
20 NO	piano 3	W	68,8	63,6	60,3	55,1
20 SE	piano terra	E	56,7	51,5	49,1	43,8
20 SE	piano 1	E	62,1	56,9	50,0	44,7
20 SE	piano 2	E	63,3	58,1	51,1	45,9
20 SE	piano 3	E	63,7	58,5	52,2	47,0
20 SO	piano terra	S	65,5	60,3	53,5	48,2
20 SO	piano 1	S	69,6	64,4	54,6	49,3
20 SO	piano 2	S	70,0	64,8	55,9	50,7
20 SO	piano 3	S	70,1	64,9	57,6	52,4
21 NO	piano terra	W	54,5	49,3	46,2	40,9
21 NO	piano 1	W	59,6	54,4	49,3	44,1
21 SO	piano terra	SW	56,0	50,8	47,6	42,3
21 SO	piano 1	SW	61,5	56,2	50,6	45,4
22 SE	piano terra	SE	52,6	47,4	44,5	39,3
22 SO	piano terra	SW	55,2	50,0	47,4	42,1
23 SO	piano terra	SW	55,7	50,4	47,9	42,7
23 SO	piano 1	SW	61,4	56,2	50,3	45,0
25 NE	piano terra	N	55,9	50,7	54,4	49,2
25 NE	piano 1	N	64,8	59,6	60,2	54,9
25 SE	piano terra	E	57,0	51,8	53,7	48,5
25 SE	piano 1	E	64,9	59,7	59,8	54,6