

COMUNE DI MODENA

PR

Programma di Riqualificazione Urbana “COMPARTO NONANTOLANA”

tav. M

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

Adottato con Del. di C.C. n. del - -

Approvato con Del. di C.C. n. del - -

PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA
PIANO DI RECUPERO “COMPARTO NONANTOLANA”

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

- M-

COMUNE DI MODENA

SETTORE PIANIFICAZIONE E SOSTENIBILITA' URBANA

Dirigente di Settore: ing. Maria Sergio

Servizio Progetti Urbani Complessi e Politiche Abitative

Dirigente di Servizio: ing. Michele Tropea

Gruppo di lavoro:

progettazione arch. Giovanna Palazzi

aspetti ambientali ing. Filippo Bonazzi

elaborazioni grafiche add. prog. Anna Tavoni

con il contributo di arch. Andrea Reggianini

geom Luigi Maietta

dott.ssa Silvia Sitton

add. prog. Elena Alietti

Contributi interni

per l'elaborato **A)** Schema di Convenzione
Servizio Amministrativo: *dott. Marco Bisconti*

per l'elaborato **B)** Stralcio dello strumento urbanistico vigente
Servizio Urbanistica: arch. *Morena Croci*

per l'elaborato **I)** Relazione tecnica del progetto del verde
Unità Specialistica Servizi Pubblici Ambientali: *dott.ssa Marta Guidi*

per l'elaborato **J-K)** Schema degli impianti tecnici – aspetti idraulici
Unità Specialistica Servizi Pubblici Ambientali: *ing. Sara Toniolo*
Servizio Energia, Ambiente e Protezione Civile: *ing. Emanuela Boschi*

per l'elaborato **M)** Valutazione previsionale di clima acustico
Ufficio Impatto Ambientale: *dott.ssa Daniela Campolieti*

per l'elaborato **O)** Relazione geologica e analisi geotecnica del terreno
per l'elaborato **Q)** Rapporto preliminare per la verifica di assoggettabilità alla VAS
Unità Specialistica Servizi Pubblici Ambientali: *dott. geol. Giorgio Barelli*

per l'elaborato **R)** Verifica preventiva dell'interesse archeologico
Museo Civico Archeologico Etnologico: *dott.ssa Silvia Pellegrini*

per l'elaborato **S)** Relazione delle risorse energetiche dell'insediamento
Servizio Energia, Ambiente e Protezione Civile: *ing. Michele Bocelli,*

per gli aspetti relativi alla mobilità:
Ufficio Mobilità, Traffico e Urbanizzazioni: ing. Dario Di Vincenzo, ing. Mirko Pradelli

Contributi esterni

per l'elaborato **I)** Relazione tecnica del progetto del verde:
Agenzia Casa Emilia Romagna (ACER) Modena dott.ssa agronomo Rita Bega

per l'elaborato **J-K)** Schema degli impianti tecnici:
HERA Modena s.p.a: ing. Sandro Mattioli

per l'elaborato **M)** Valutazione previsionale di clima acustico:
StudioA p.i. Maurizio Santunione

per l'elaborato **O)** Relazione geologica e analisi geotecnica del terreno:
Geo-Group srl

per gli aspetti relativi alla sicurezza:
Linee guida per criteri di sicurezza urbana nella progettazione
Lab[qus] arch. Umberto Nicolini

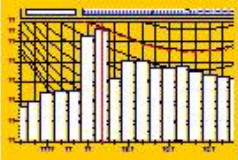
StudioA

acustica vibrazioni rumore



VALUTAZIONE PREVISIONALE
DI CLIMA ACUSTICO

COMUNE DI MODENA
Progetto del Piano di Recupero
Comparto Nonantolana
ZE842 area 02



MODENA, 18/06/2020

Finalità

La presente relazione consiste nella redazione della valutazione previsionale di clima acustico relativa al Progetto del Piano di Recupero del Comparto Nonantolana del Comune di Modena, ZE842 area 02. La relazione contiene i risultati delle verifiche ed analisi effettuate in materia di inquinamento acustico al fine di valutare la compatibilità ambientale dell'intervento che vede l'insediamento di nuovi edifici residenziali in area legittimata ove ora sono presenti residenze obsolete. La relazione si svolge nella esposizione delle seguenti fasi:

1. Metodologia
2. Riferimenti legislativi e normativi
3. Legenda dei simboli utilizzati
4. Descrizione del territorio e dell'insediamento
5. Rilievi fonometrici
6. Previsioni post opera
7. Conclusioni

1. Metodologia

Nell'area di nuova edificazione sono state effettuate alcune misure fonometriche in posizioni significative per verificare la compatibilità con quanto stabilito dalle vigenti Leggi in materia di acustica ambientale, si rimanda ai paragrafi "Descrizione del territorio e dell'intervento" e "Rilievi fonometrici" ove si considerano le prescrizioni derivanti dai Piani di governo del territorio, le scelte relative ai rilievi fonometrici ed i risultati ottenuti.

Essendo questo periodo di parziale ripresa delle attività post pandemia Covid-19, è probabile che i transiti veicolari non siano quelli relativi ad un normale periodo di vita. Per questo motivo, unitamente ai rilievi fonometrici, sono stati eseguiti i conteggi dei transiti veicolari per trarne le opportune valutazioni.

L'ufficio preposto del Comune di Modena ha fornito i valori dei transiti veicolari allo stato pre pandemia. L'obiettivo è di avere il campo di pressione sonora presente nell'area ed in facciata agli edifici di progetto alle diverse altezze in normali condizioni di vita. Alle sorgenti stradali si somma poi quella relativa ai transiti ferroviari della linea Milano-Bologna e se ne valutano gli effetti sia globalmente che in modo specifico.

2. Riferimenti legislativi e normativi

I riferimenti legislativi cui si fa riferimento sono i seguenti:

- o LEGGE N° 447 DEL 26/10/95 - *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"*
- o DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DEL 14/11/97 - *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*
- o DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE DEL 16/03/98 - *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*
- o LEGGE REGIONALE N°15 DEL 9 MAGGIO 2001 - *"Disposizioni in materia di inquinamento acustico"*
- o DIR. REG. 673/2004 *"Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della LR 9 maggio 2001, n. 15 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico'"*
- o DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA DEL 30/03/2004 NR.142 - *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare"*
- o DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA DEL 18/11/1998 NR.459 - *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'art.11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*
- o DIRETTIVA EUROPEA 2002/49/CE - Norma per traffico veicolare XP S 31-133 (ex metodo NMPB)
- o Comune di Modena "Testo coordinato delle norme di PSC-POC-RUE / Variante al RUE" approvata con delibera di C.C. nr.78 del 07/11/2019

3. Legenda dei simboli utilizzati

Si riportano definizioni di terminologia tecnica di acustica ambientale:

- *Livello equivalente di pressione sonora, L_{Aeq}* : livello energetico medio di pressione sonora ponderato A riferito al tempo di misura orario, diurno, notturno.
- *Livello equivalente di pressione sonora, L_f* : livello energetico medio di pressione sonora ponderato A riferito al tempo di riferimento previsto in facciata agli edifici, può essere globale di tutte le sorgenti o di specifica sorgente sonora.
- *Livello equivalente di pressione sonora, L_D* : livello energetico medio di pressione sonora ponderato A riferito al tempo di misura diurno.
- *Livello equivalente di pressione sonora, L_N* : livello energetico medio di pressione sonora ponderato A riferito al tempo di misura notturno.

4. Descrizione del territorio e dell'insediamento

Il complesso confina:

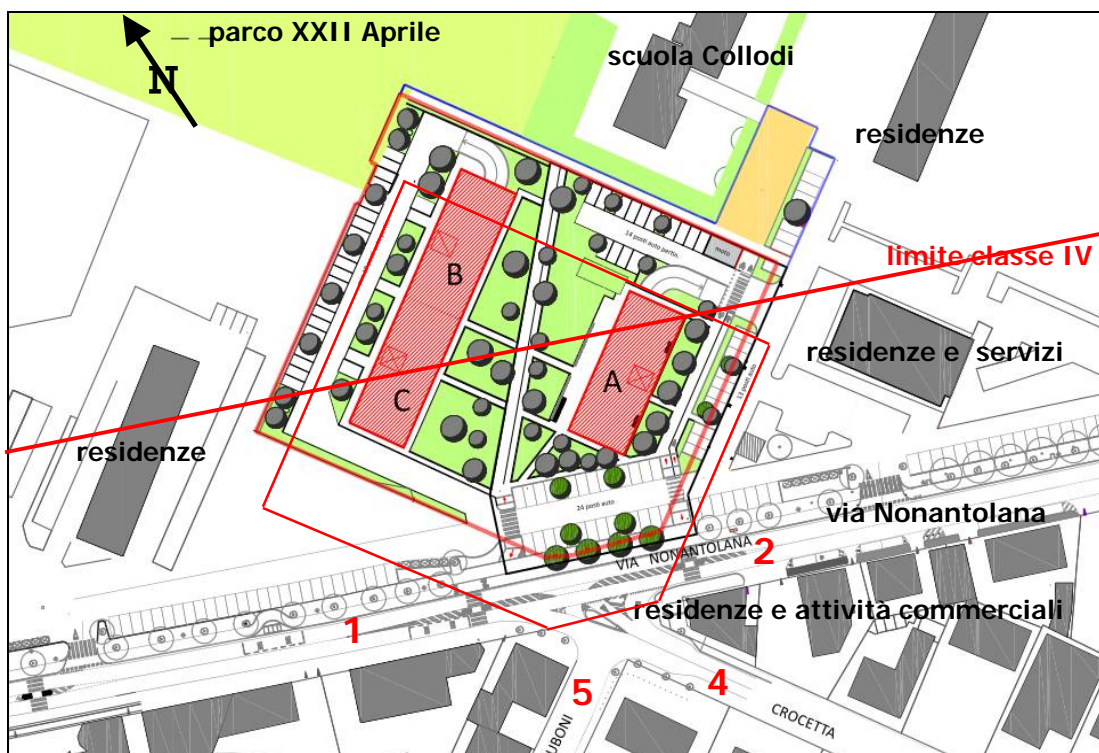
- o a nord con il complesso scolastico "Collodi",
- o a est con edifici residenziali e di servizio (sportello bancario),
- o a ovest con edifici residenziali,
- o a sud con via Nonantolana ed edifici residenziali e attività commerciali.

L'intervento consiste nella realizzazione di due nuovi fabbricati residenziali, evidenziati nello schema seguente con una perimetrazione rossa, per il dettaglio si faccia riferimento agli elaborati di progetto. Il fabbricato più arretrato rispetto a Via Nonantolana è stato individuato in planimetria con le lettere B e C in quanto sarà costituito da due porzioni di proprietà di enti differenti.

Il fabbricato A, la porzione di fabbricato B e la porzione di fabbricato C ospiteranno ciascuno 26 alloggi distribuiti su piano terra e 5 piani. E' poi prevista la realizzazione di un sesto piano in cui saranno collocati locali tecnici e di servizio. I due accessi sono su via Nonantolana.

Nell'isolato si trovano edifici con funzioni residenziali e servizi (sportello bancario Banca San Felice), sono inoltre presenti attività commerciali negli edifici prospicienti via Nonantolana che costituisce l'asse stradale prioritario.

Via Nonantolana collega importanti zone della città, è soggetta ad un discreto numero di transiti/ora. Il settore Ambiente del Comune di Modena ha fornito i flussi di traffico, distinti tra veicoli Leggeri (VL) e veicoli Pesanti (VP) riferiti al periodo diurno e notturno, sui tratti stradali principali dell'area.



Tali flussi sono stati stimati sulla base dei flussi veicolari riferiti all'ora di punta per lo stato di fatto calcolati nel PUMS del Comune di Modena.

Il nr. tratto viene riportato in rosso nello schema di pagina precedente, i tratti fuori mappa sono comunque considerati nel modello matematico.

Via	Nr - Tratto	VL_diurno	VP_diurno	VL_notte	VP_notte
Via Nonantolana	1 - Via Fanti- Via Crocetta	892	11	153	1
Via Nonantolana	2 - V. Crocetta-V. Menotti	714	10	122	1
Via Nonantolana	3 - Via Menotti - Via Mar Tirreno (fuori mappa)	1047	8	179	1
Via Crocetta	4	179	1	31	0
Via Cuboni	5	228	0	39	0
Via Ciro Menotti	6 (fuori mappa)	1666	11	285	1
Via Albareto	7 (fuori mappa)	922	7	158	0

Dal punto di vista normativo, la Legge quadro 447/1995 sull'inquinamento acustico ha introdotto i concetti di valori di emissione, immissione, attenzione e qualità. Il DCPM del 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" ha invece fissato, in relazione alle classi di destinazione d'uso del territorio, i valori limite assoluti di emissione delle sorgenti sonore (singole e nel loro insieme), i valori di attenzione e i valori di qualità; ha altresì stabilito i valori limite differenziali, confermando inoltre l'obbligo dei comuni di effettuare il Piano di Classificazione Acustica del territorio. Il Comune di Modena, si è dotato di Piano di Classificazione Acustica il cui ultimo aggiornamento è stato approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 4 del 05/03/2020.



Per una porzione di 50 metri in adiacenza all'asse stradale di via Nonantolana, è presente la fascia acustica infrastrutturale in classe IV (Aree di intensa attività umana). Alla parte nord del comparto è invece stata attribuita la classe III che confina con una classe I attribuita ad un parco e a una scuola. In riferimento ai limiti fissati dalla classificazione acustica si evidenzia che entrambi gli edifici in progetto, A e B-C, sono soggetti ai limiti della IV classe acustica. Infatti, benché l'edificio B-C ricada solo in parte all'interno della fascia di IV classe acustica determinata da Via Nonantolana, esso è soggetto ai limiti di IV classe acustica sulla base di quanto stabilito al paragrafo "Aspetti generali" della relazione illustrativa della Classificazione Acustica in cui è specificato che "Nel caso un fabbricato risulti intercettato dalla linea che delimita la fascia acustica assegnata ad un'infrastruttura di trasporto, stradale o ferroviaria, viene assegnata, all'intero fabbricato ed alle sue pertinenze, la stessa classe acustica assegnata alla fascia stradale o ferroviaria." I limiti assoluti di immissione stabiliti col DPCM 14/11/97 sono riportati di seguito con riferimento alle classi acustiche di suddivisione del territorio comunale.

Classe	Limite diurno	Limite notturno	Campitura	Campitura aree di progetto
I	50 dB(A)	40 dB(A)	Verde	Verde tratteggiato
II	55 dB(A)	45 dB(A)	Giallo	Giallo tratteggiato
III	60 dB(A)	50 dB(A)	Arancione	Arancione tratteggiato
IV	65 dB(A)	55 dB(A)	Rosso	Rosso tratteggiato
V	70 dB(A)	60 dB(A)	Violetto	Violetto tratteggiato
VI	70 dB(A)	70 dB(A)	Blu	Blu tratteggiato

Per rumori di natura diversa da quelli dovuti ad infrastrutture devono essere poi rispettati i seguenti limiti differenziali in ambiente abitativo. I livelli citati devono essere considerati con le opportune correzioni per la eventuale presenza di componenti tonali o impulsive o di bassa frequenza.

Periodo	Limite differenziale	Non si applicano se L_a è inferiore a:	
		finestre aperte	finestre chiuse
Diurno (06-22)	5 dB(A)	50 dB(A)	35 dB(A)
Notturmo (22-06)	3 dB(A)	40 dB(A)	25 dB(A)

In questo caso le immissioni sonore prevalenti sono attribuibili alla viabilità principale su via Nonantolana, non sono presenti attività produttive o sorgenti puntuali significative. Si considerano anche altre strade ed in particolare si considerano le emissioni dovute alla ferrovia Milano-Bologna che transita a sud dell'area, distante 208 metri dall'edificio C.

In merito alla rumorosità stradale, il DPR 142/2004 stabilisce fasce territoriali di pertinenza acustica diverse secondo il tipo di strada, in base alla classificazione del D.L. 285/1992, a cui sono associati limiti di immissione diurni e notturni riferiti al solo rumore prodotto dalla infrastruttura stradale, sia per le strade esistenti e assimilabili che per quelle di nuova realizzazione.

Di seguito si riporta la tabella secondo la quale il DPR 142/2004 stabilisce la ampiezza delle fasce di pertinenza acustica e i limiti massimi di immissione in base al tipo di strada e al tipo di ricettore per infrastrutture esistenti.

Tipo di strada secondo CdS	Sottotipi a fini acustici*	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo **		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A-autostrada		100 m (fascia A)	50 dBA	40 dBA	70 dBA	60 dBA
		150 m (fascia B)			65 dBA	55 dBA
B-extraurbana principale		100 m (fascia A)	50 dBA	40 dBA	70 dBA	60 dBA
		150 m (fascia B)			65 dBA	55 dBA
C-extraurbana secondaria	Ca (carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 m (fascia A)	50 dBA	40 dBA	70 dBA	60 dBA
		150 m (fascia B)			65 dBA	55 dBA
	Cb (tutte le altre extraurb. secondarie)	100 m (fascia A)	50 dBA	40 dBA	70 dBA	60 dBA
		50 m (fascia B)			65 dBA	55 dBA
D-urbana di scorrimento	Da (carreggiate separate e interquartiere)	100 m	50 dBA	40 dBA	70 dBA	60 dBA
	Db (tutte le altre urbane di scorrimento)	100 m	50 dBA	40 dBA	65 dBA	55 dBA
E-urbana di quartiere		30 m	Definiti dai Comuni nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane come prevista dall'art.6 c.1, lettera a) della L.447/95			
F-locale		30 m				

* secondo DM 6.11.01 Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade.

** per le scuole vale il solo limite diurno.

In particolare Via Nonantolana è classificata, conformemente all'art. 2 del Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni ed integrazioni, come strada urbana interquartiere.

Pertanto, sulla base di quanto disposto dal RUE, Capo IXA art. 9A.1, Via Nonantolana è classificata, ai fini acustici, come strada di tipo Da-interquartiere; l'area di edificazione, posta a meno di 100m da tale infrastruttura stradale, ricade pertanto all'interno della fascia di pertinenza stradale di tipo Da a cui sono associati i limiti di 70 dBA in periodo diurno e 60 dBA in periodo notturno.

Tuttavia in base all'art. 9A.5 del Capo IXA - Tutela acustica del territorio delle vigenti norme di PSC-POC-RUE che dispone che "Gli interventi edilizi relativi ad insediamenti residenziali che ricadono totalmente o parzialmente all'interno di fasce di pertinenza acustica di infrastrutture di trasporto a cui sono associati limiti pari a 70 dBA e 60 dBA rispettivamente nel periodo di riferimento diurno e notturno, devono comunque rispettare limiti pari a 65 dBA e 55 dBA rispettivamente nei due periodi di riferimento", i limiti da rispettare presso le nuove residenze di progetto sono pari a 65 dBA in periodo diurno e 55 dBA in periodo notturno.

In merito alla rumorosità introdotta dall'asse ferroviario, il DPR 459/1998 stabilisce fasce territoriali di pertinenza acustica a cui sono associati limiti di immissione diurni e notturni riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie, sia per quelle esistenti che per quelle di nuova realizzazione e in dipendenza alla massima velocità di esercizio dei transiti.

Per le ferrovie esistenti con velocità di transito non superiore a 200 Km/h, all'interno della fascia A, compresa tra la mezzzeria dei binari più esterni e una distanza pari a 150 m, si ha un limite di rispetto pari a 70 dBA in periodo diurno e 60 dBA in periodo notturno.

In fascia B, compresa tra la fascia A ed estesa 100 m da questa (ovvero tra 150 m e 250 m dalla mezzzeria dei binari più esterni) si ha un limite di rispetto pari a 65 dBA in periodo diurno e 55 dBA in periodo notturno.

Gli edifici di progetto sono a circa 210 m di distanza dal binario più esterno (linea Modena - Sassuolo) quindi ricadono nella fascia B di pertinenza acustica per il rumore ferroviario.

5. Rilievi fonometrici

5.1 Traffico stradale

Le posizioni di misura sono state scelte in modo da valutare le condizioni di esposizione delle residenze di progetto esposte al rumore stradale e ferroviario.

- Nella postazione M1 è stato effettuato un rilievo della durata di 24 ore per valutare entrambi i periodi di riferimento, il microfono era alla altezza di 3.5 m rispetto al piano campagna. La posizione è stata scelta in corrispondenza alla facciata di progetto più esposta dell'edificio A a 24 m dal bordo strada.

- Nella postazione M2 sono stati effettuati rilievi spot della durata di un'ora in tre diversi periodi della giornata ovvero mattino, pomeriggio e notte. Il microfono era alla altezza di 3.0 m rispetto al piano campagna. La posizione è stata scelta in corrispondenza alla facciata di progetto più esposta dell'edificio C a 36 m dal bordo strada. Per valutare entrambi i periodi di riferimento, i valori di queste misure saranno correlati a quelli rilevati nello stesso intervallo di tempo della misura M1 di 24 ore. In corrispondenza a questa postazione sono stati effettuati i conteggi dei transiti veicolari.

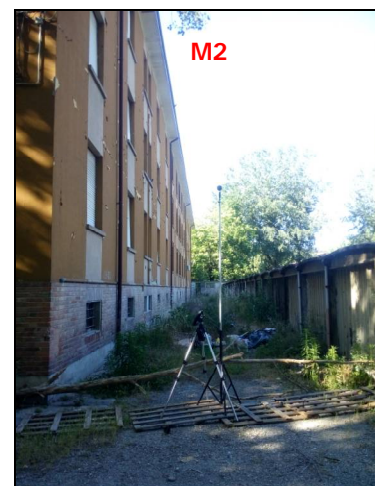


Le misure sono state condotte dal p.i. Maurizio Santunione con utilizzo dei seguenti strumenti dotati di certificato di taratura SIT del 25/03/2019:

- fonometro Larson Davis LD 820 sn 710 usato in M1;
- fonometro Larson Davis LD 824 sn 259 usato in M2;
- calibratore fonometrico Larson Davis CAL200 sn 1171 usato in M1 e M2.

Le misure sono iniziate e terminate col controllo della calibrazione del fonometro, operazione che ha confermato la validità operativa, le condizioni meteo durante il tempo di misura erano buone.

I microfoni erano dotati di cuffia antivento e quello usato in M1 anche di punte antivolatile. Seguono foto delle postazioni di misura.



Il grafico seguente è relativo ai livelli equivalenti di pressione sonora rilevati con campionamento di un minuto e intervalli di un'ora.

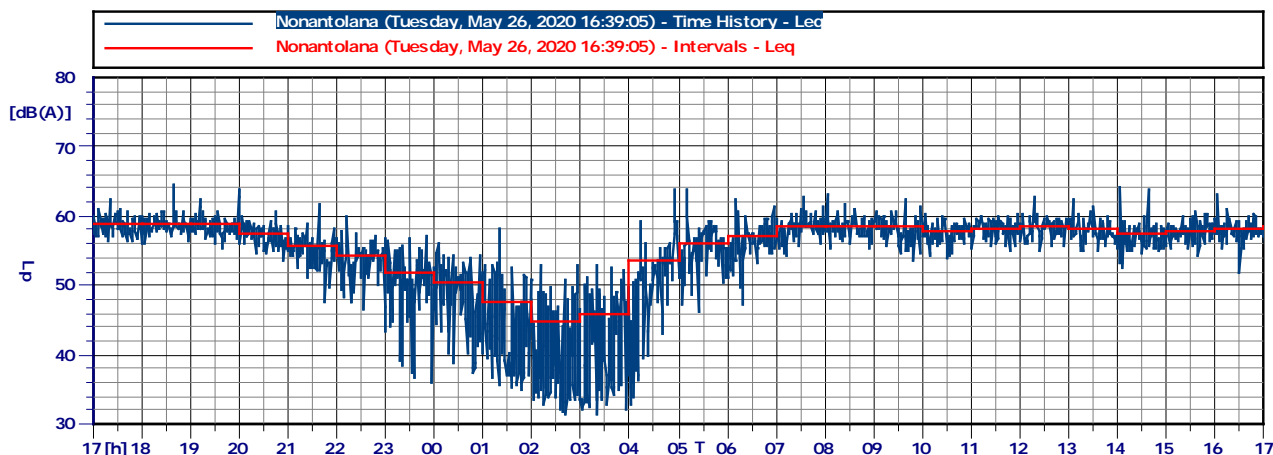


Tabella riassuntiva degli intervalli orari

Data e ora	L _{Aeq}	L _{AFmin}	L _{AFmax}	L ₁	L ₅	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₉₅
26/05/2020 17:00:00	58.8	46.9	73.4	66.2	62.7	61.5	57.5	53.1	51.8
26/05/2020 18:00:00	59.0	46.0	77.9	65.2	62.6	61.5	58.0	53.8	52.7
26/05/2020 19:00:00	58.9	46.8	92.2	66.8	63.0	61.8	57.5	52.2	50.9
26/05/2020 20:00:00	57.4	44.2	77.0	64.9	62.1	60.8	55.4	49.2	47.8
26/05/2020 21:00:00	55.5	38.7	75.6	64.2	60.6	59.1	52.7	44.9	43.6
26/05/2020 22:00:00	54.1	35.1	71.1	63.2	60.1	58.3	50.0	41.0	39.5
26/05/2020 23:00:00	51.8	32.2	70.6	62.4	58.6	56.2	43.3	35.7	35.1
27/05/2020 00:00:00	50.5	31.9	67.4	61.9	57.6	54.7	41.3	36.3	35.3
27/05/2020 01:00:00	47.7	30.7	73.1	60.2	54.1	49.2	37.7	34.2	33.6
27/05/2020 02:00:00	44.6	29.1	64.7	57.7	50.9	45.6	34.8	31.9	31.3
27/05/2020 03:00:00	45.8	29.3	67.0	58.0	53.3	48.0	34.7	31.9	31.3
27/05/2020 04:00:00	53.6	30.3	84.4	63.8	59.5	57.2	45.4	35.2	33.4
27/05/2020 05:00:00	56.2	37.9	74.7	65.8	62.3	60.4	50.7	44.0	43.0
27/05/2020 06:00:00	57.0	41.3	78.9	65.8	62.6	60.8	53.1	46.3	45.2
27/05/2020 07:00:00	58.7	42.6	76.3	65.4	63.2	61.9	57.2	49.6	47.9
27/05/2020 08:00:00	58.7	42.2	75.2	65.4	62.9	61.8	57.2	51.1	49.0
27/05/2020 09:00:00	58.4	40.1	76.0	65.2	62.9	61.7	56.8	50.1	48.0
27/05/2020 10:00:00	57.7	43.5	76.8	64.8	62.0	60.8	56.2	50.4	48.7
27/05/2020 11:00:00	58.3	44.3	78.7	65.4	62.7	61.4	56.9	51.7	50.3
27/05/2020 12:00:00	58.4	41.7	78.1	65.9	62.7	61.3	56.6	51.3	49.7
27/05/2020 13:00:00	58.0	41.8	75.0	65.6	62.5	61.2	56.3	50.2	48.5
27/05/2020 14:00:00	57.6	38.9	77.6	64.9	61.9	60.6	55.4	49.0	46.9
27/05/2020 15:00:00	58.0	40.9	77.8	65.0	62.4	61.0	56.3	50.7	49.1
27/05/2020 16:00:00	58.1	42.1	76.8	65.2	62.0	60.8	56.6	51.0	49.3

Mediando i valori degli intervalli orari si traggono i valori sul tempo di riferimento in posizione M1 rilevati martedì 26 e mercoledì 27 maggio 2020:

$$L_D = 58.1 \text{ dB(A)}$$

$$L_N = 52.1 \text{ dB(A)}$$

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle misure effettuate in posizione M2 unitamente al conteggio dei transiti veicolari. Si correlano poi detti valori con quanto rilevato contemporaneamente in posizione M1.

Pos.	Giorno	Ora	L _{Aeq} M2 [dBA]	L _{Aeq} M1 [dBA]	ΔL_{Aeq} [dB]	VL	VP
M2	26/05/20	22:00-23:00	50.0	54.1	-4.1	196	--
	27/05/20	10:00-11:00	53.9	57.7	-3.8	800	21
	27/05/20	16:00-17:00	54.1	58.1	-4.0	910	21

Le due postazioni di misura sono caratterizzate dagli stessi eventi sonori, è pertanto possibile applicare i fattori correttivi alla misura di 24 ore per avere i valori sui tempi di riferimento presso la postazione M2:

Pos.	Correzione diurno [dB]	Correzione notturno [dB]	Ld [dBA]	Ln [dBA]
M1	---	---	58.1	52.1
M2	-3.9	-4.1	54.2	48.0

Nota: se si calcola la differenza di livello per divergenza tra le due postazioni, risulta $10\log(24/36)=-1.8$ dB ma in realtà la differenza misurata è di 4 dB probabilmente perchè nella postazione M2 parte del traffico veicolare è mitigata dalla presenza di un grosso edificio residenziale posto ad ovest.

Abbiamo quindi quanto necessita per tarare il modello matematico. Per ottenere una valutazione più rappresentativa dei flussi di traffico presenti prima della emergenza Covid-19 sono stati utilizzati i flussi veicolari forniti dal Comune di Modena, inoltre è stato valutato anche il contributo sonoro determinato dai transiti ferroviari che potrebbe essere significativo ai piani più alti degli edifici.

5.2 Traffico ferroviario

Non è possibile valutare in modo diretto, strumentalmente, il contributo della ferrovia sul campo di pressione sonora presente in via Nonantolana in quanto queste immissioni non sono distinguibili in fase di misura rispetto alle immissioni dovute al traffico stradale. Si ricorre quindi alla implementazione di un modello matematico impostato sulla base di misure attendibili effettuate in determinate posizioni scelte per valutare le sorgenti in modo ottimale:

- M1 ed M2 per quanto riguarda il traffico stradale;
- M3 per quanto riguarda il traffico ferroviario.

Questi ultimi rilievi sono stati effettuati prima della emergenza pandemica, essendo lo scopo quello di valutare l'incidenza della sorgente ferroviaria sul campo di pressione sonora delle residenze di progetto con particolare riguardo ai piani elevati, si è optato per la effettuazione di una misura di 24 ore in continuo in una posizione prossima alla ferrovia in modo da ottenere valori rappresentativi dei soli transiti ferroviari. La postazione M3 si trova a 9.7m dai binari della linea Modena-Sassuolo con microfono alla altezza di 4.2m.



Gli strumenti di misura sono dotati di regolare certificazione S.I.T. del 25/03/2019, il microfono era munito di cuffia antivento e dissuasore antivolatile, le condizioni meteo erano ottimali. Strumenti utilizzati:

- fonometro Larson Davis LD 820 sn 710;
- calibratore fonometrico Larson Davis CAL200 sn 1171.

La misura è avvenuta in occasione di altre iniziate il 21 Febbraio u.s. e protratte per più di una giornata, per meglio cautelare i nuovi residenti, si considera quella di Martedì 25 che presenta i valori rilevati più alti, si riportano i risultati.

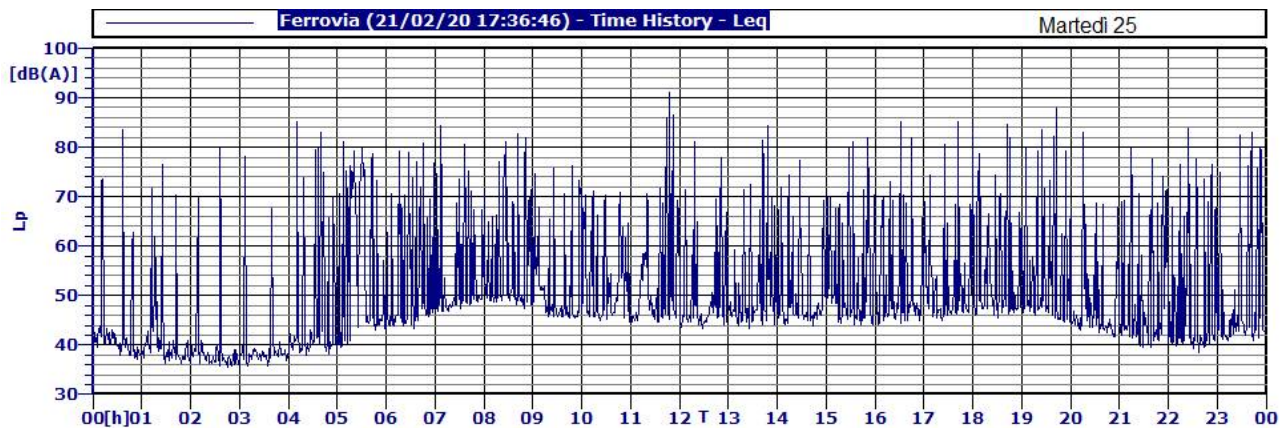


Tabella riassuntiva degli intervalli orari

Data e ora	L _{Aeq}	L _{AFmin}	L _{AFmax}	L ₁	L ₅	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₉₅
25/02/2020 00:00:00	66.6	35.0	92.9	71.7	45.9	43.5	39.6	37.2	36.8
25/02/2020 01:00:00	60.9	33.9	87.3	76.0	50.0	43.4	38.5	36.1	35.7
25/02/2020 02:00:00	62.6	33.7	87.3	71.6	43.8	40.5	37.1	35.6	35.1
25/02/2020 03:00:00	62.1	33.9	85.8	73.3	43.5	40.5	37.8	35.9	35.6
25/02/2020 04:00:00	71.2	35.2	98.2	85.4	73.0	53.3	40.2	38.0	37.7
25/02/2020 05:00:00	71.9	37.5	104.9	82.9	56.8	48.2	43.2	39.8	39.1
25/02/2020 06:00:00	69.2	40.3	105.2	83.2	66.9	53.6	45.3	42.8	42.2
25/02/2020 07:00:00	69.4	44.5	101.3	83.8	64.6	53.2	48.4	46.7	46.1
25/02/2020 08:00:00	70.8	45.3	100.9	85.5	72.7	59.2	49.5	47.8	47.3
25/02/2020 09:00:00	64.8	42.1	90.5	79.1	63.8	53.7	46.9	44.8	44.3
25/02/2020 10:00:00	61.9	41.6	85.8	75.1	67.9	57.4	46.5	44.3	43.7
25/02/2020 11:00:00	75.5	40.8	109.1	91.0	63.2	55.0	46.3	43.8	43.2
25/02/2020 12:00:00	66.8	40.2	90.2	81.2	60.1	52.6	45.5	43.4	42.8
25/02/2020 13:00:00	69.3	38.9	92.7	82.8	58.7	51.6	46.0	43.2	42.6
25/02/2020 14:00:00	63.9	40.8	85.6	78.9	64.1	52.4	46.0	43.5	42.9
25/02/2020 15:00:00	69.2	40.1	93.6	82.6	71.9	60.6	46.7	43.7	43.1
25/02/2020 16:00:00	69.7	40.0	94.1	81.0	64.3	53.9	46.4	43.9	43.3
25/02/2020 17:00:00	71.2	42.4	102.9	81.6	60.3	54.0	47.0	45.0	44.6
25/02/2020 18:00:00	70.2	43.4	97.0	85.0	71.9	58.5	47.6	45.8	45.3
25/02/2020 19:00:00	73.7	40.9	94.9	88.0	73.1	59.8	47.1	44.7	44.0
25/02/2020 20:00:00	65.8	38.2	90.8	75.9	56.9	48.8	44.1	41.7	41.0
25/02/2020 21:00:00	66.5	35.7	89.3	79.2	70.5	52.8	42.4	39.5	38.7
25/02/2020 22:00:00	69.1	35.4	92.5	82.8	64.6	52.5	41.2	38.4	37.8
25/02/2020 23:00:00	71.9	37.6	92.4	87.0	69.9	52.1	43.1	40.6	39.9

Si traggono i valori sul tempo di riferimento: $L_p = 69.9 \text{ dB(A)}$ $L_N = 68.9 \text{ dB(A)}$

6. Previsioni post opera

Si effettuano considerazioni sul traffico veicolare misurato contestualmente alle misure di rumore e quello presente prima dell'emergenza Covid-19.

Nella tabella seguente confrontiamo il carico veicolare misurato in via Nonantolana con quello ottenuto partendo dai dati relativi allo stato di fatto del PUMS di Modena.

Il tratto considerato è il nr.1 (via Fanti-via Crocetta) di fronte alla postazione fonometrica M2. Il totale di veicoli equivalenti (Veq) considera un veicolo pesante (VP) pari a 10 veicoli leggeri (VL).

Ora	VL	VP	Veq
22:00-23:00	196	--	196
10:00-11:00	800	21	1010
16:00-17:00	910	21	1120

Periodo	VL	VP	Veq
Notturmo	153	1	163
Diurno	892	11	1002

In periodo notturno ho rilevato 196 Veq a fronte di una media reale di 163 Veq, pertanto devo correggere il livello di pressione sonora sul tempo di riferimento della seguente quantità: $10\log(163/196)=-0.8\text{dB}$.

In periodo diurno ho rilevato una media di 1065 Veq a fronte di una media reale di 1002 Veq, pertanto devo correggere il livello di pressione sonora sul tempo di riferimento della seguente quantità: $10\log(1002/1065)=-0.3\text{dB}$.

I rilievi di traffico effettuati attualmente sono dello stesso ordine di grandezza di quelli rilevati precedentemente, le correzioni da apportare sono di poco conto, devo considerare 0.8dB in meno in periodo notturno e 0.3 dB in meno in periodo diurno.

Si valuta ora l'apporto di transiti dovuto al nuovo insediamento. Sono previsti 26 alloggi per edificio per un totale di 78 alloggi residenziali.

- in periodo diurno si prevedono 78 transiti in uscita nelle prime ore della mattina, 78 transiti di rientro nelle ore serali, 78 transiti nell'arco della giornata per una media giornaliera pari a 15 veicoli leggeri/ora ($78 \cdot 3 = 234 / 16 = 14.6$);
- in periodo notturno si prevedono 35 transiti ovvero il 15% rispetto al periodo diurno pari a 4 veicoli leggeri/ora ($234 \cdot 15 / 100 = 35 / 8 = 4.4$).

Di seguito si riportano i dati del traffico indotto nelle tratte stradali nr.1, 2 e nr.4 (direzione centro città) in funzione del carico urbanistico di progetto.

Periodo	Tratta 1	Tratta 2	Tratta 4
Ripartizione	50%	40%	10%
Diurno	7.5	6	1.5
Notturmo	2	1.6	0.4

E' evidente che un simile incremento dei transiti è influente rispetto allo stato attuale.

Si riporta una vista dell'area con tutte le sorgenti che saranno implementate nel modello matematico previsionale ed i punti di misura.



Sorgente	Nr	Tratto
Via Nonantolana	1	Via Fanti - Via Crocetta
Via Nonantolana	2	Via Crocetta - Via Menotti
Via Nonantolana	3	Via Menotti - Via Mar Tirreno
Via Crocetta	4	
Via Cuboni	5	
Via Ciro Menotti	6	
Via Albareto	7	
Ferrovia	8	

Per valutare il campo di pressione sonora presente nell'area tramite il modello matematico si ricrea il sito rispettando le dimensioni in scala, sono inserite tutte le sorgenti collocandole nella giusta posizione (assi stradali e ferrovia) e con le corrette caratteristiche di emissione sonora (transiti/ora suddivisi in veicoli leggeri e pesanti con velocità di 50 Km/h, tutte le strade con asfalto liscio senza correzioni).

In prima fase si è proceduto alla taratura del modello effettuando la simulazione relativa ai livelli LD e LN rilevati nelle posizioni di misura M1 e M3 e calcolati in M2, inserendo come sorgenti sonore solo le tratte 1 e 2 di Via Nonantolana e i valori di potenza sonora della ferrovia.

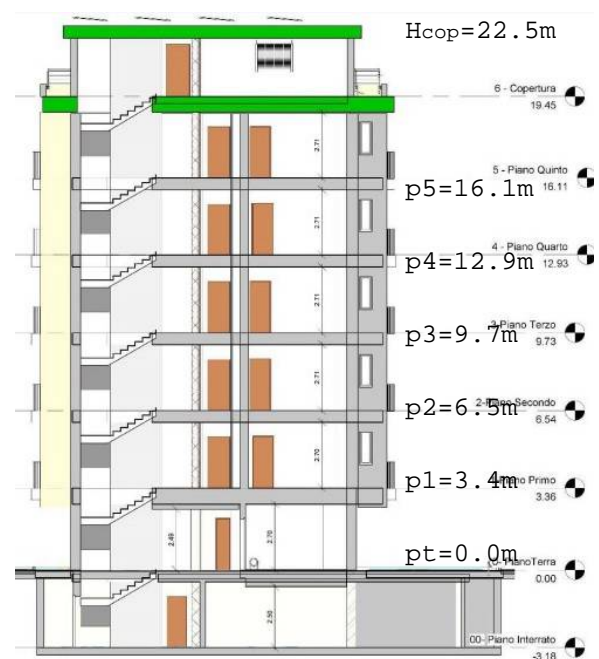
In seconda fase si è proceduto ad effettuare la simulazione relativa allo stato acustico dell'area inserendo i nuovi fabbricati di progetto e i flussi veicolari forniti dal Comune di Modena sui tratti stradali riportati a pag. 3, così da meglio caratterizzare i livelli sonori ai piani più alti.

Lo stesso programma ci fornirà l'incidenza del rumore ferroviario sul totale.

Il programma utilizzato è IMMI ver.5.3.1. della ditta Woelfel gmbh, le norme tecniche utilizzate sono la XP S 31-133. Le variabili inserite sono:

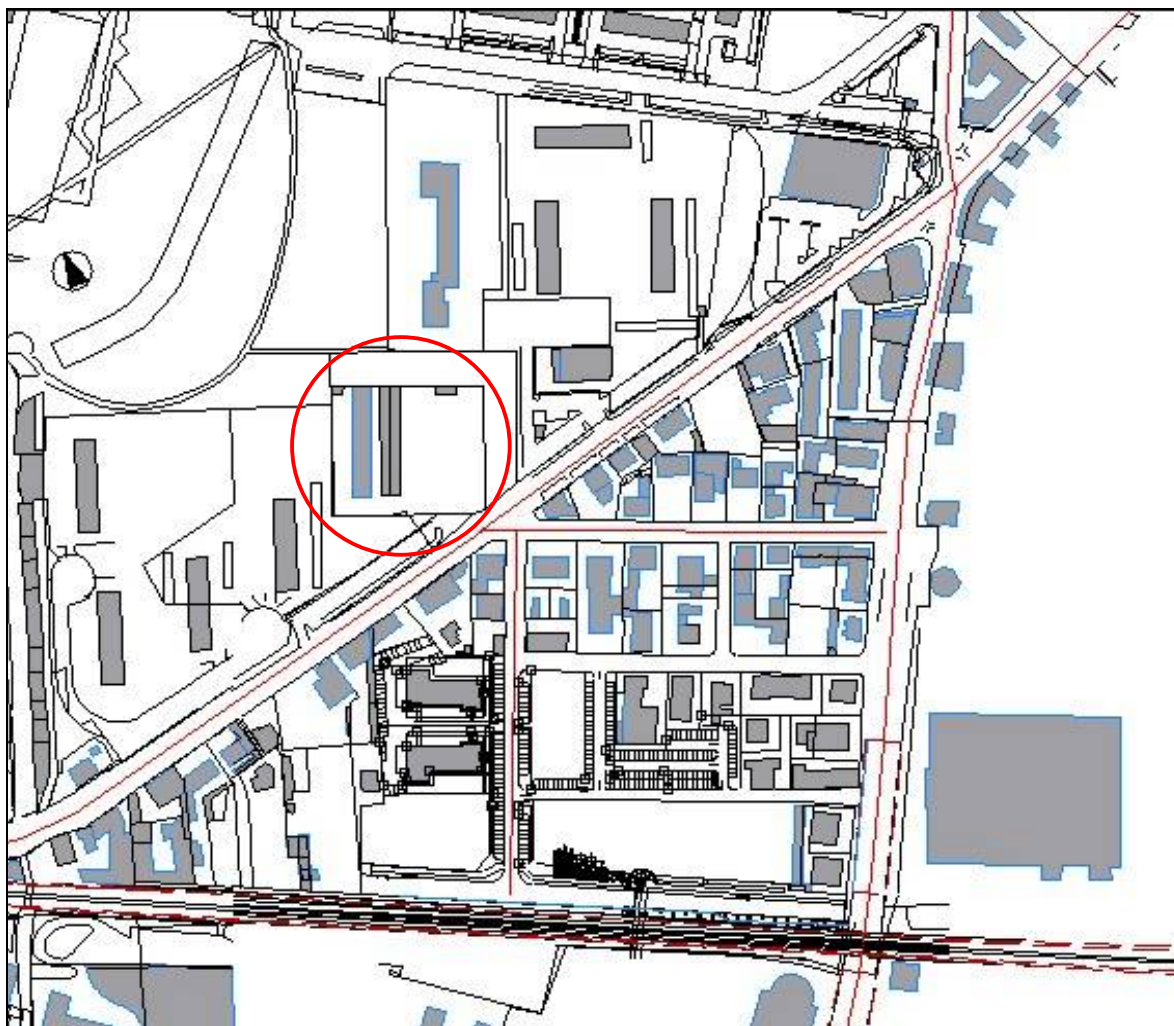
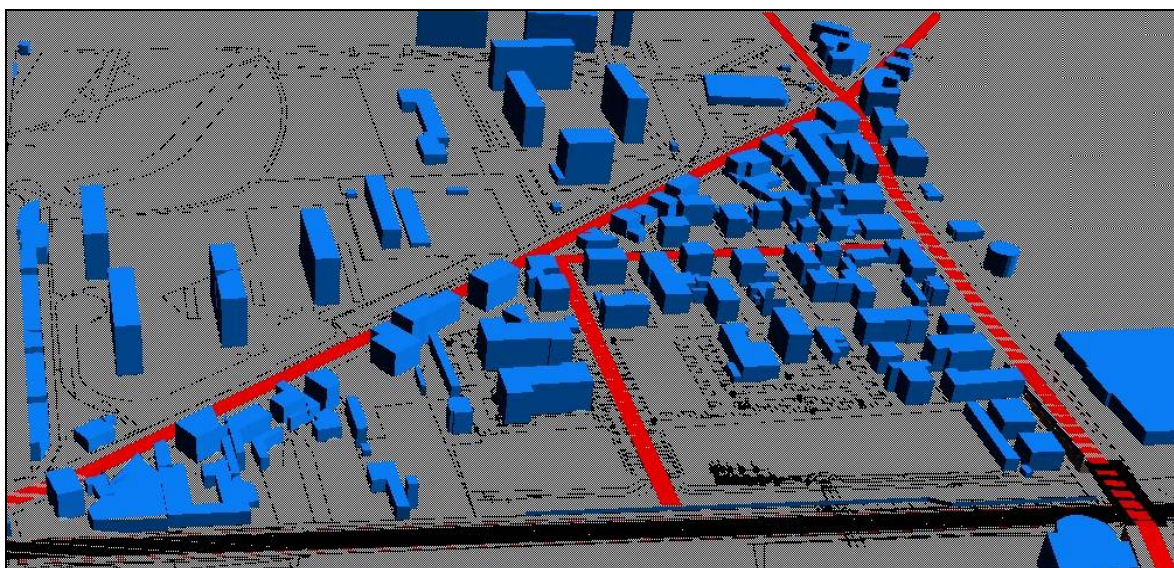
- le caratteristiche geometriche degli elementi rappresentati, tutte le pareti degli edifici sono state considerate composite, perdita per riflessione = 1 dB;
- il suolo è stato considerato riflettente ($G=0$);
- i punti ricettore orientati ai ricettori sono stati inseriti a meno di 1 m dalla facciata a varie altezze;
- la propagazione prevede temperatura 20°C, umidità 60%, $C0/dB = 2.5$.

Per valutare il livello di pressione sonora in facciata, sono stati inseriti i punti ricettore (pallini blu) nelle seguenti posizioni, trattasi di facciate esposte al lato strada, come da schema seguente; la sezione di progetto fornisce anche le altezze dei piani, i ricettori si considerano 1.5m in più per piano:



1. Residenza A est: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
2. Residenza A sud: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
3. Residenza A ovest: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
4. Residenza B est: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
5. Residenza B ovest: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
6. Residenza C est: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
7. Residenza C sud: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto;
8. Residenza C ovest: piano terra, primo, secondo, terzo, quarto, quinto.

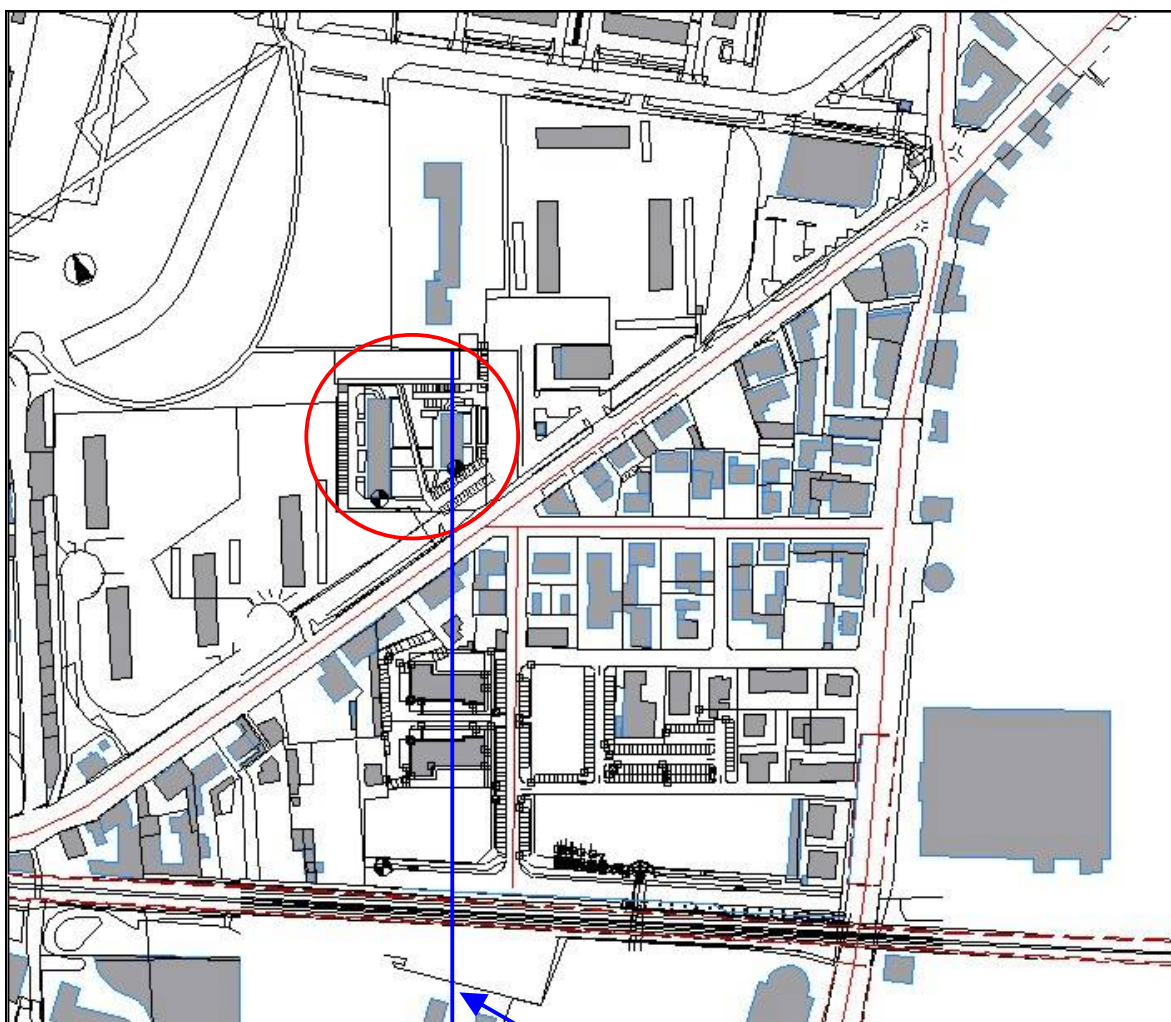
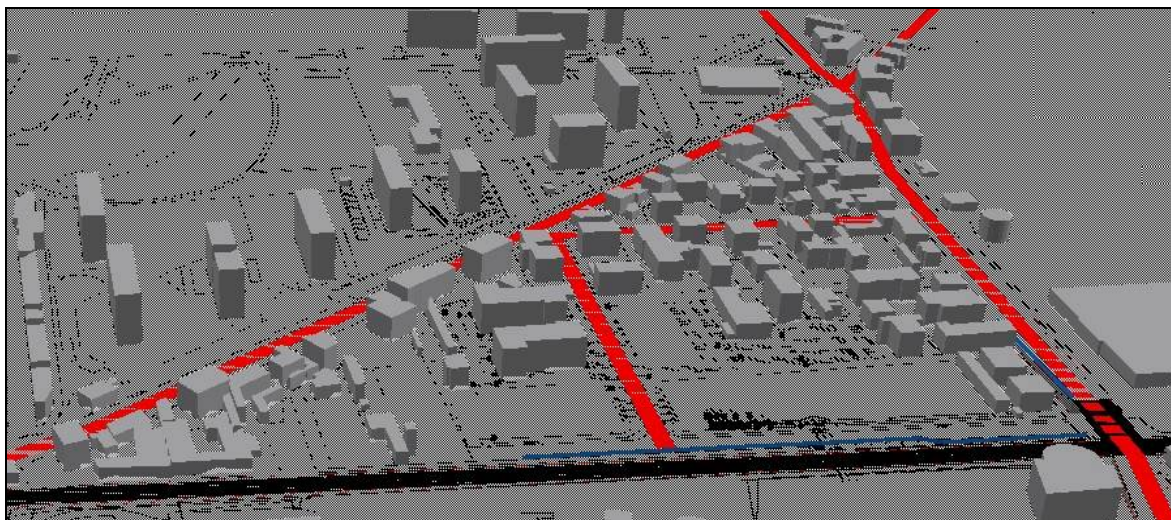
Segue vista planimetrica e 3D della modellizzazione eseguita SDF.



La taratura dello SDF ha dato le seguenti tolleranze:

Pos.	ΔL_d [dB]	ΔL_n [dB]
M1	-0.9	-1.0
M2	1.0	1.5
M3	0.0	0.0

Segue vista planimetrica e 3D della modellizzazione eseguita SDP.



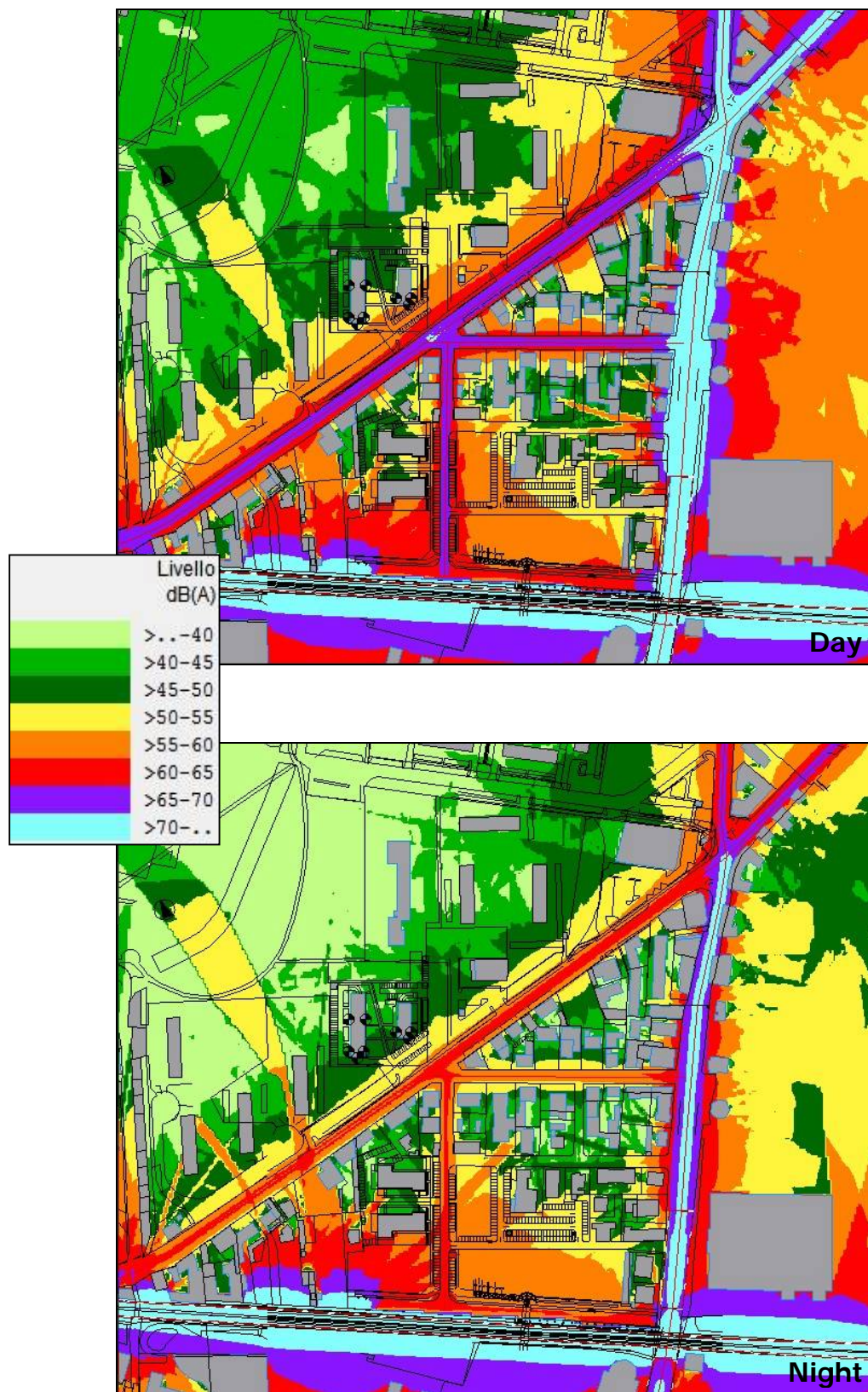
sezione

I livelli complessivi di pressione sonora previsti in facciata agli edifici di progetto sono riassunti in tabella, si riportano anche i valori relativi alla componente attribuibile ai transiti ferroviari, i valori sono espressi in dBA:

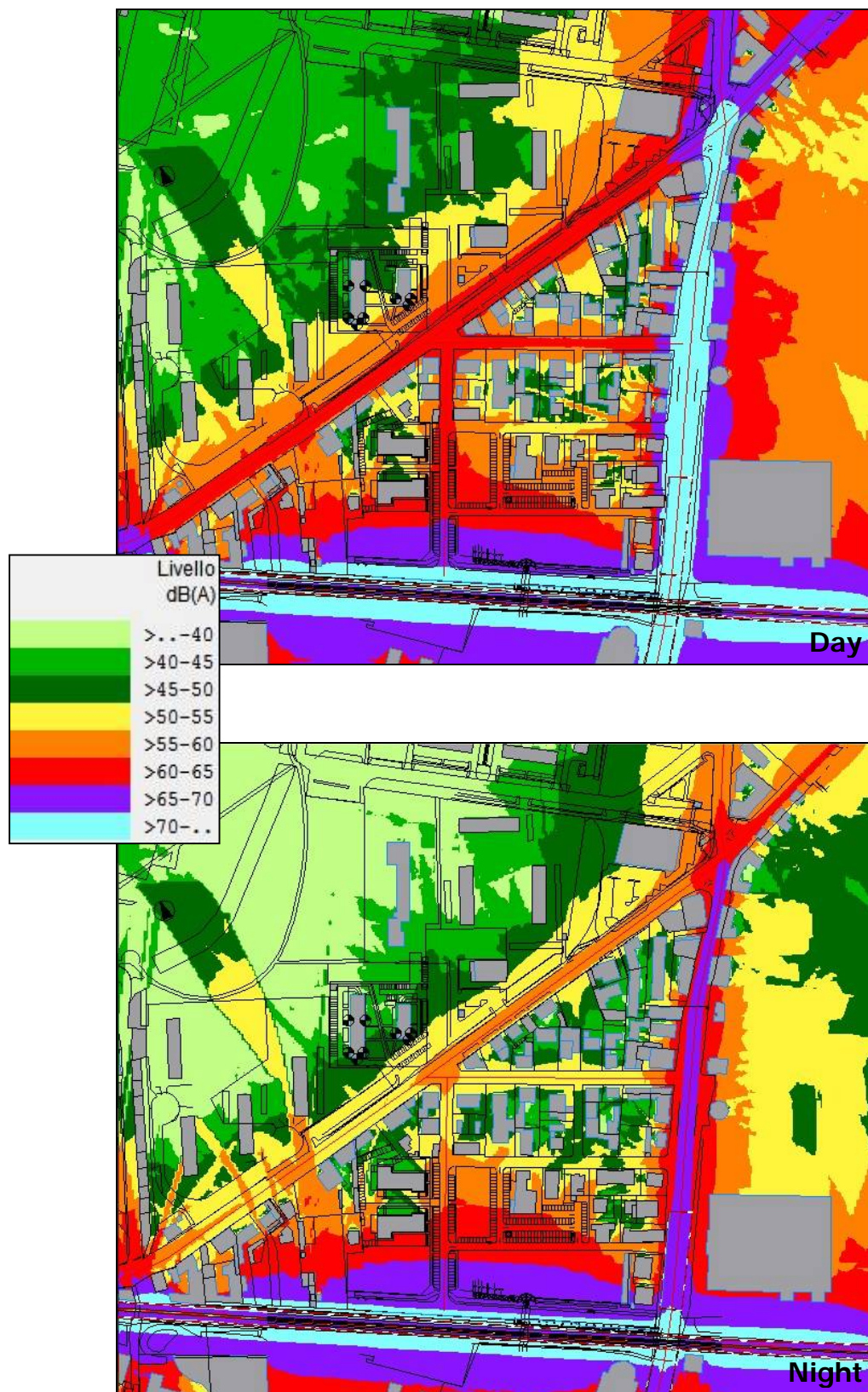
Ricettore (edificio, posizione)	Posizione (piano)	Livello totale diurno	Componente strade diurno	Componente ferrovia diurno	Livello totale notturno	Componente strade notturno	Componente ferrovia notturno	Limiti * TRD/TRN
A est	pt	57.0	56.9	37.8	50.6	50.3	39.4	65/55
	p1	57.0	56.9	37.6	50.6	50.2	39.2	65/55
	p2	57.0	56.9	38.2	50.6	50.2	39.9	65/55
	p3	57.2	57.0	41.0	51.1	50.3	43.4	65/55
	p4	57.4	57.1	45.4	52.4	50.3	48.1	65/55
	p5	57.4	57.0	47.2	52.9	50.2	49.4	65/55
A sud	pt	57.5	57.4	37.2	50.9	50.7	38.2	65/55
	p1	57.4	57.3	38.5	50.9	50.5	40.0	65/55
	p2	57.4	57.3	40.1	51.1	50.5	41.9	65/55
	p3	57.4	57.3	43.0	51.6	50.5	45.1	65/55
	p4	57.6	57.3	46.2	52.7	50.5	48.6	65/55
	p5	57.8	57.3	48.1	53.4	50.5	50.2	65/55
A ovest	pt	51.8	51.7	37.6	46.0	45.2	38.2	65/55
	p1	51.5	51.3	37.8	45.5	44.5	38.5	65/55
	p2	51.5	51.3	38.0	45.7	44.6	39.1	65/55
	p3	51.4	51.1	38.6	45.7	44.4	39.9	65/55
	p4	51.5	51.1	41.3	46.8	44.4	43.1	65/55
	p5	51.9	51.2	43.5	48.0	44.6	45.3	65/55
B est	pt	52.0	51.7	39.4	46.3	45.2	39.7	65/55
	p1	51.4	51.1	39.4	45.6	44.3	39.7	65/55
	p2	51.8	51.4	40.3	46.3	44.8	41.2	65/55
	p3	51.8	51.2	42.3	47.4	44.7	44.1	65/55
	p4	52.1	51.3	44.5	48.8	44.7	46.7	65/55
	p5	52.2	51.3	44.8	48.8	44.6	46.7	65/55
B ovest	pt	46.0	45.4	36.9	41.3	39.2	37.2	65/55
	p1	45.6	44.8	37.5	41.2	38.2	38.1	65/55
	p2	45.6	44.8	37.8	41.4	38.2	38.5	65/55
	p3	45.8	44.7	39.0	42.2	38.2	40.0	65/55
	p4	46.1	44.8	40.2	43.2	38.2	41.5	65/55
	p5	46.8	44.8	42.3	45.1	38.3	44.0	65/55
C est	pt	54.8	54.7	36.4	48.4	48.1	37.4	65/55
	p1	54.7	54.7	36.9	48.3	47.9	38.0	65/55
	p2	54.9	54.7	38.9	48.8	48.0	40.9	65/55
	p3	54.9	54.7	41.6	49.5	48.0	44.2	65/55
	p4	55.0	54.6	43.9	50.2	47.9	46.3	65/55
	p5	55.3	54.7	46.2	51.0	48.0	48.1	65/55
C sud	pt	54.8	54.8	36.5	48.5	48.1	37.2	65/55
	p1	54.8	54.6	38.6	48.5	47.9	40.1	65/55
	p2	54.8	54.7	40.8	49.1	47.9	42.8	65/55
	p3	55.0	54.7	43.3	49.9	47.9	45.6	65/55
	p4	55.3	54.7	46.1	51.2	48.0	48.3	65/55
	p5	55.7	54.7	48.5	52.4	48.0	50.4	65/55
C ovest	pt	48.3	48.0	36.0	42.8	41.6	36.7	65/55
	p1	48.0	47.6	37.7	43.1	40.9	39.1	65/55
	p2	48.2	47.6	39.2	43.8	40.9	40.7	65/55
	p3	48.4	47.5	41.0	44.9	40.9	42.7	65/55
	p4	49.3	47.6	44.4	47.6	40.9	46.6	65/55
	p5	49.7	47.7	45.4	48.2	41.2	47.2	65/55

* nota: i valori dei limiti di immissione indicati valgono sia per il rumore stradale che per il rumore ferroviario.

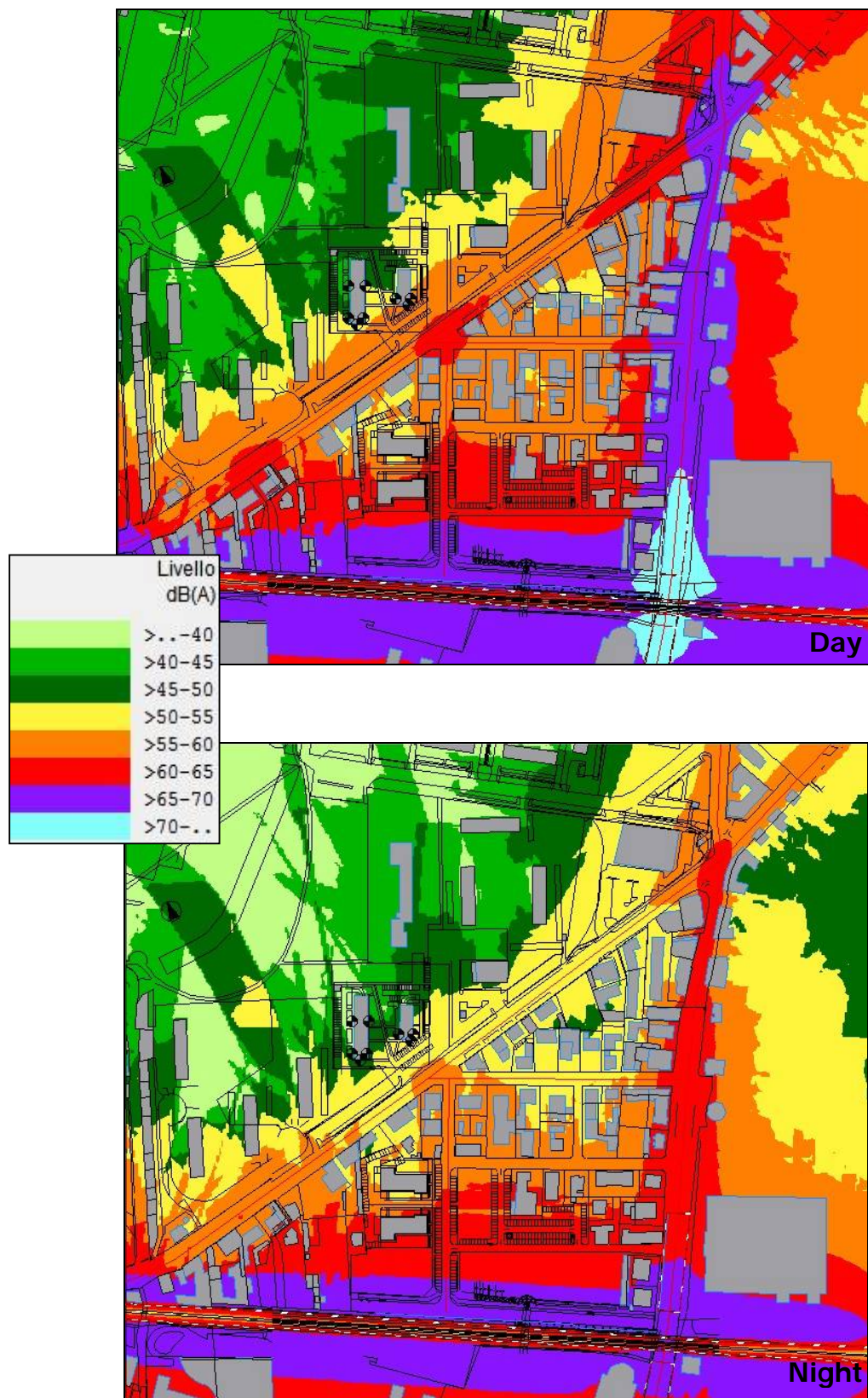
Si riporta una rappresentazione del campo di pressione sonora alla quota di 1.5 m (piano terra) dello stato post opera in periodo diurno e notturno:



Si riporta una rappresentazione del campo di pressione sonora alla quota di 8.0 m (piano secondo) dello stato post opera in periodo diurno e notturno:



Si riporta una rappresentazione del campo di pressione sonora alla quota di 17.6 m (piano quinto) dello stato post opera in periodo diurno e notturno:



Si riporta una rappresentazione del campo di pressione sonora in corrispondenza alla sezione (vedi pag.13) dello stato post opera in periodo diurno e notturno:



7. Conclusioni

Le sorgenti sonore significative presenti nell'area sono identificabili nel traffico veicolare stradale e in quello ferroviario.

La sorgente prioritaria che caratterizza l'area di progetto è via Nonantolana nelle tratte via Fanti-via Crocetta e via Crocetta-via Menotti.

La analisi acustica effettuata ha evidenziato che i transiti sulle strade di distribuzione secondaria sono ininfluenti dal punto di vista del livello di pressione sonora immesso presso le nuove residenze.

Per quanto riguarda il traffico ferroviario, ricordo che, cautelativamente, a seguito di una campagna di misure, è stata presa a riferimento la giornata caratterizzata dal maggiore livello di pressione sonora. Le immissioni dovute ai transiti ferroviari della linea Milano-Bologna sono ininfluenti per la maggior parte dei ricettori, tuttavia, ai piani elevati, in periodo notturno, in alcune posizioni si avvicinano ai valori delle immissioni da traffico stradale, tuttavia, il valore complessivo delle immissioni resta comunque contenuto.

Le previsioni espone in tabella a pag.14 mostrano che sono rispettati i limiti assoluti di immissione imposti dal Piano di Classificazione Acustica che pone l'area in classe IV, in quasi tutte le posizioni ricettore sono anzi rispettati anche i valori relativi alla classe III.

Il presente elaborato ha pertanto verificato la compatibilità del tipo di insediamento con i livelli di rumore presenti nell'area in esame.

Modena, 18/06/2020

p.Studio A
p.i. Maurizio Santunione
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Iscrizione Elenco Nazionale nr. 5836
Iscrizione Elenco Regionale nr. RER/00795