



Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

L 5 8

D

e

0 0 3

I A

- -

R 0

SARONNO CITY HUB

Progetto Definitivo

Studio di impatto acustico

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	Luglio 2023	prima emissione		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



DELLA PROVINCIA DI MONZA
DOTT. ING.
ERBA LUCA
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 639

Collaborazione

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

DATA

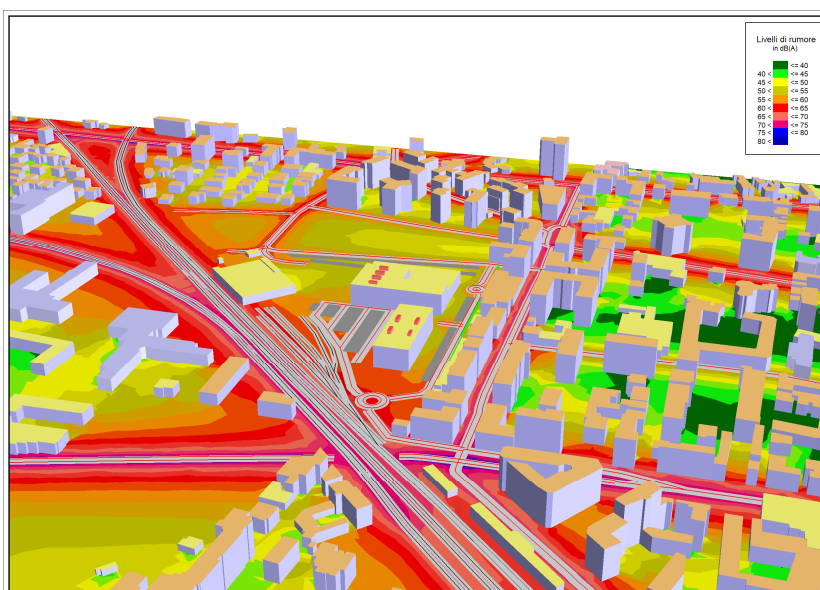
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

Committente

NORDING Srl

*Piazzale Cadorna, 14
20123 – Milano (MI)*



**VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO
NUOVO HUB - SARONNO**

Giugno 2023

Relazione tecnica

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2.1	LOCALIZZAZIONE.....	5
2.2	I RICETTORI	7
2.3	LE INFRASTRUTTURE DELL'AREA	8
3	LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO	9
4	DESCRIZIONE DELLA FUTURA OPERA.....	11
4.1	I NUOVI EDIFICI.....	12
5	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI E LORO CRITICITÀ.....	13
5.1	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	13
6	STUDIO VIABILISTICO	14
6.1	INTRODUZIONE	14
6.2	FLUSSI VEICOLARI IN SEZIONE (CONTEGGI AUTOMATICI).....	14
6.3	MANOVRE DI SVOLTA ALLE INTERSEZIONI (CONTEGGI MANUALI).....	15
6.4	ORA MEDIA DIURNA (6.00-22.00) DEL GIORNO SETTIMANALE MEDIO.....	15
6.5	ORA MEDIA NOTTURNA (22.00-6.00) DEL GIORNO SETTIMANALE MEDIO.....	17
6.6	SCENARIO DI INTERVENTO.....	18
6.7	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	19
6.8	ORA MEDIA DIURNA (6.00-22.00) DEL GIORNO SETTIMANALE MEDIO.....	19
6.9	ORA MEDIA NOTTURNA (22.00-6.00) DEL GIORNO SETTIMANALE MEDIO.....	20
7	MISURE FONOMETRICHE	22
7.1	PUNTI DI MISURA HUB	22
7.2	PUNTI DI MISURA FERROVIA	23
8	RISULTATI DELLE MISURE E CONFRONTO CON I LIMITI	24
9	IL MODELLO MATEMATICO	26
9.1	REALIZZAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO	26
9.2	CREAZIONE DELL'OROGRAFIA DEL TERRENO.....	27
9.3	INSERIMENTO DELLE SORGENTI SONORE	27
9.4	TARATURA DEL MODELLO MATEMATICO	27
10	PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE.....	28
10.1	PREMESSA.....	28
10.2	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI – VALORI PUNTUALI - IMMISSIONE	28
10.3	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE AMBIENTALE ATTUALE	29
10.4	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE AMBIENTALE FUTURO	34
10.5	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – EMISSIONE FUTURO	39
10.6	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – CRITERIO DIFFERENZIALE	40
11	CONCLUSIONI	41
12	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	42
	LE CATENE FONOMETRICHE	42
	Calibrazioni	43
13	DOCUMENTAZIONE DEL TECNICO INCARICATO DELLE MISURE	51

1 Premessa

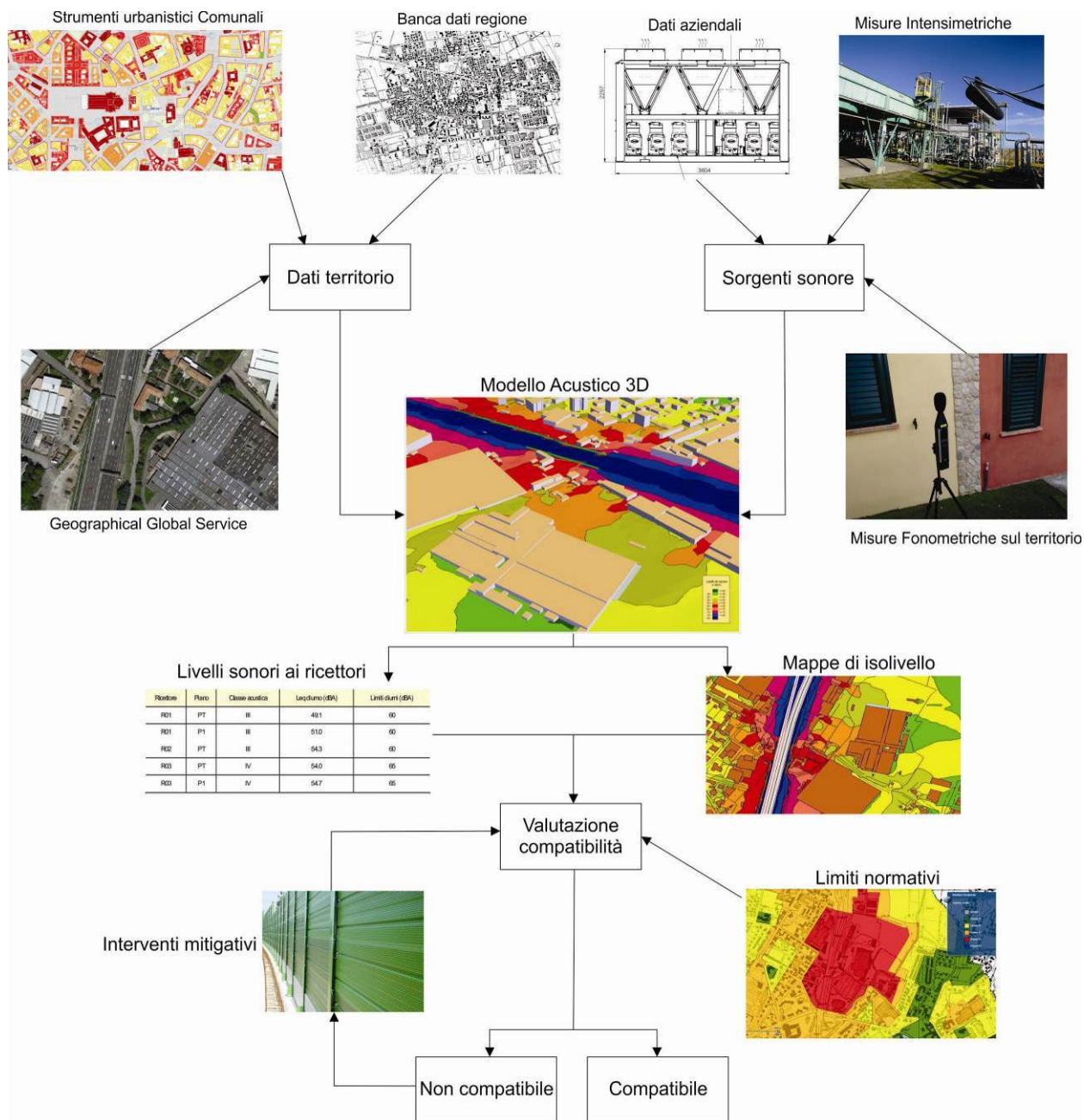
In relazione alle richieste di NORDING Srl, la scrivente società è stata incaricata della realizzazione di un'attività di valutazione di impatto acustico presso il magazzino deposito di Ferrovie Nord, al fine di verificare la rispondenza dei livelli emessi con i limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustica del Comune a seguito della realizzazione del nuovo Polo tecnologico mauntentivo..

Per valutare tali emissioni sonore sono state eseguite una serie di misure fonometriche sui punti indicati dalla committente NORDING Srl.

I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca il progetto;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Analisi dei livelli di traffico con contatori radar;
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale;
- Inserimento del progetto oggetto della valutazione con le sorgenti previste;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione del progetto e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;
- Confronto tra le due situazioni per comprendere le modificazioni del clima acustico;
- Pianificazione di eventuali interventi di risanamento nel caso in cui non vi sia rispetto dei limiti.

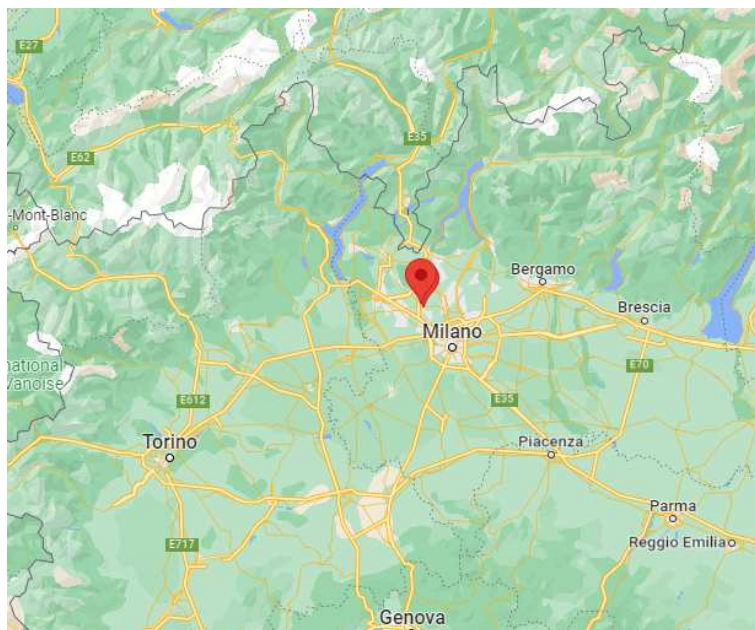
Nello schema seguente vengono rappresentate le diverse fasi della valutazione di impatto acustico.



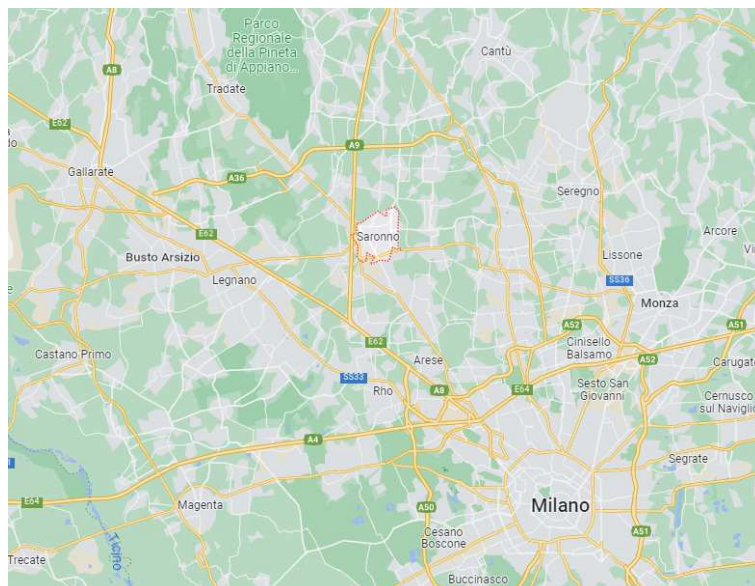
2 Inquadramento territoriale

2.1 Localizzazione

Saronno è un comune italiano di 38 476 abitanti della provincia di Varese in Lombardia. È il comune più densamente popolato della provincia e fa parte del territorio del Saronnese, di cui è capoluogo.



Localizzazione di Saronno (VA)

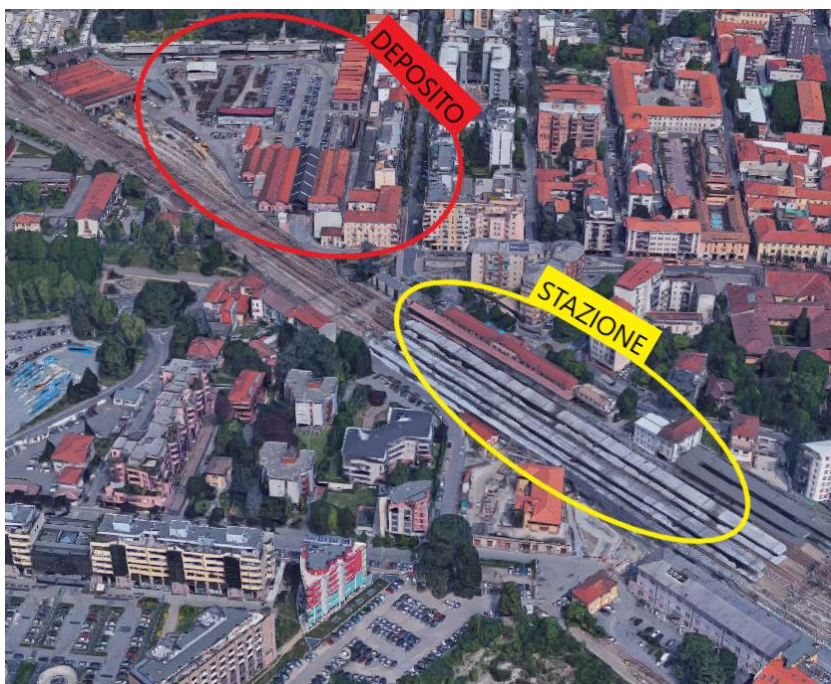


Localizzazione di Saronno (VA)

L'area oggetto di analisi si affaccia su viale Rimembranze, in una zona in prossimità della stazione di Saronno.



Localizzazione dell'area



Localizzazione dell'area rispetto alla Stazione di Saronno

2.2 I ricettori

I ricettori presenti nelle zone limitrofe alle infrastrutture sono quelli rappresentati nella figura sottostante. Per l'individuazione dei ricettori da valutare si è scelto di considerare tutte quelle abitazioni che ricadranno in un intorno significativo rispetto alle strade oggetto di modifica o che risentiranno dei cambiamenti di viabilità dovuti alle opere.



Posizione dei ricettori interessati dalle modifiche sulle infrastrutture

2.3 Le infrastrutture dell'area

Le infrastrutture principali, presenti nell'area di analisi e mostrate nella figura seguente, sono:

- Viale Rimembranze
- Via Don Griffanti
- Via A. Diaz
- Linea Ferroviaria Saronno



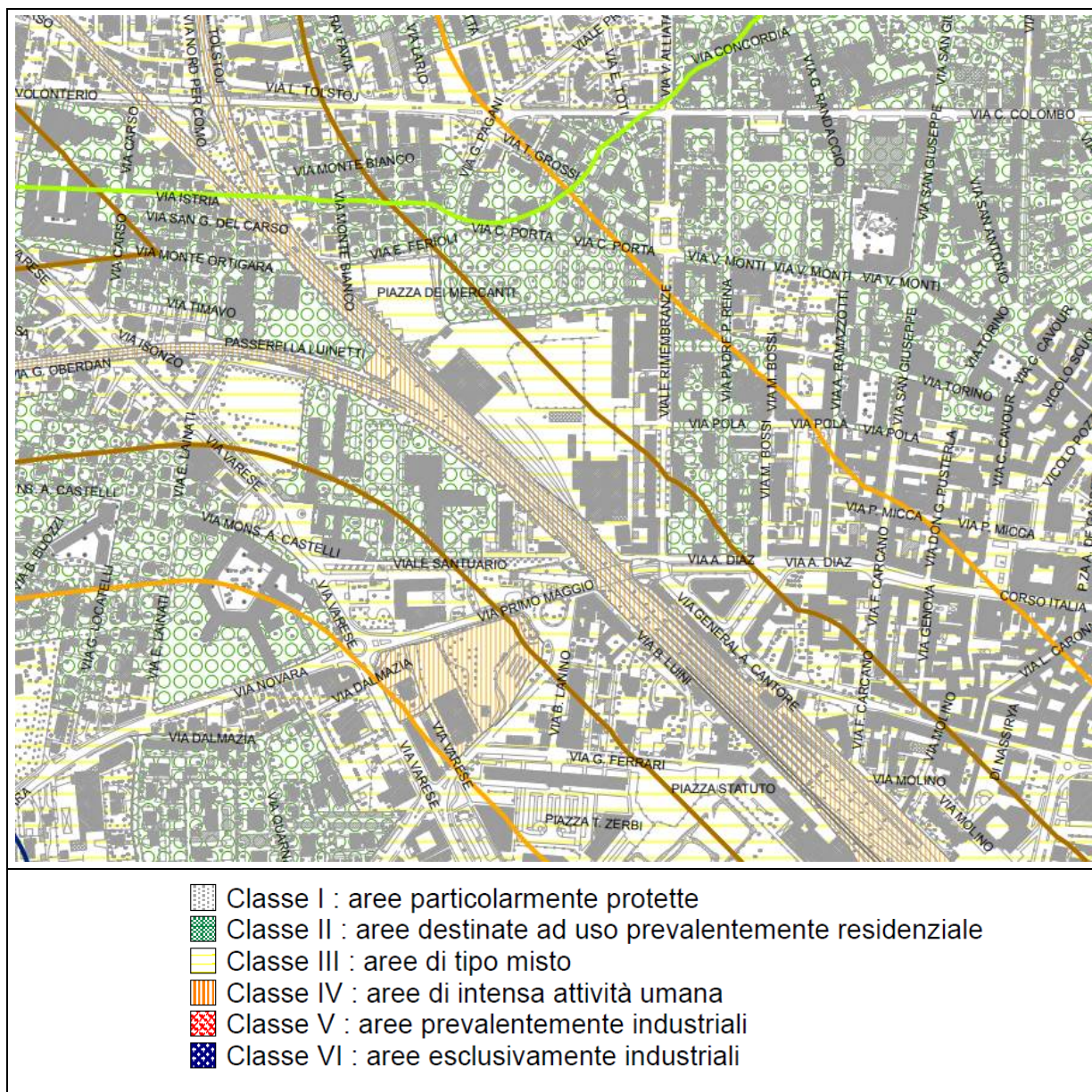
Posizione delle infrastrutture principali



Foto di alcune infrastrutture dell'area

3 La Classificazione Acustica del Territorio

Il Comune di Saronno ha approvato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui abbiamo la situazione riportata nella seguente figura.



Classificazione acustica

Come si nota dal Piano di Classificazione Acustica, l'area oggetto di analisi viene posta in *Classe III - Aree di tipo misto*, mentre i ricettori confinanti sono rientrati in *Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale*, *Classe III - Aree di tipo misto* e *Classe IV - Aree di intensa attività umana*.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III – Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV – Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA

Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

L'area in cui si trovano i ricettori ricade inoltre nelle fasce di pertinenza A e B della linea ferroviaria definita dal DPR 459/98.

Fascia di pertinenza ferroviaria	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Fascia di pertinenza A (100mt dalla mezzera dei binari esterni)</i>	<i>50 dBA per i ricettori sensibili, 70 dBA per tutti gli altri ricettori</i>	<i>40 dBA per i ricettori sensibili, 60 dBA per tutti gli altri ricettori</i>
<i>Fascia di pertinenza B (250mt dalla mezzera dei binari esterni)</i>	<i>50 dBA per i ricettori sensibili, 65 dBA per tutti gli altri ricettori</i>	<i>40 dBA per i ricettori sensibili, 55 dBA per tutti gli altri ricettori</i>

Limiti massimi di immissione per le fasce di pertinenza A e B ferroviarie

All'interno delle fasce di pertinenza o aree di rispetto delle infrastrutture di trasporto il rumore prodotto dalle medesime infrastrutture non concorre al superamento dei limiti di zona e pertanto per le aree in esse comprese vi sarà un doppio regime di limiti: quello derivante dalla zonizzazione acustica comunale, che vale per tutte le sorgenti sonore diverse dall'infrastruttura coinvolta, e quello derivante dai decreti statali che regolano le immissioni sonore prodotte dalle infrastrutture di trasporto.

4 Descrizione della futura opera

Per il Polo Infrastrutturale Tecnologico – Manutentivo è prevista l'attuazione di un progetto di riqualificazione, riorganizzazione e messa in sicurezza dell'intero sito.

1) il potenziamento delle funzioni infrastrutturali centrali che gestiscono l'intera rete di FERROVIENORD, quali:

- Posto Centrale Movimento per gestione, coordinamento e supervisione circolazione;
- Posto Centrale Impianti Elettrici che interviene per l'alimentazione elettrica delle linee di TE e per la gestione operativa;
- Posto Centrale Impianti Fissi che gestisce gli interventi di riparazione di impianti fissi, fabbricati, apparati, ecc.;
- Posto Centrale Vigilanza con gli apparati che garantiscono la security, gli interventi delle forze dell'ordine o pronto soccorso, la gestione degli allarmi antintrusione, l'informazione e la vigilanza; in tale impianto si ha la visione di tutte le Tvcc e dei vari help-point distribuiti lungo la rete;

2) la riorganizzazione e la razionalizzazione dei magazzini e dei depositi dei materiali, dei laboratori e sedi delle squadre che attuano la manutenzione e la gestione dell'infrastruttura ferroviaria;

3) la riqualificazione e l'ampliamento delle officine di manutenzione dei mezzi ferroviari collegate, tramite apposito fascio di binari, al resto della rete;

4) la ricollocazione del Museo delle Industrie e del Lavoro Saronnese (M.I.L.S.) in un'ottica di valorizzazione delle potenzialità attrattive, aggregative, didattiche e culturali del Museo stesso;

5) il miglioramento dell'accesso veicolare e ridistribuzione dei parcheggi a raso nonché la realizzazione di parcheggi interrati al fine di migliorare la qualità e la funzionalità degli spazi esterni;

6) la riqualificazione complessiva del sistema degli spazi aperti con il ridisegno del verde, delle superfici pavimentate, della viabilità interna;

7) la messa in sicurezza degli accessi ed una miglior identificazione dei percorsi interni al Polo infrastrutturale.

Il progetto vuole perseguire un duplice obiettivo di riqualificazione degli edifici esistenti, in un'ottica di conservazione, ed al contempo di ammodernamento ed efficientamento funzionale, energetico e gestionale del Polo che trova la sua migliore attuazione nella realizzazione di nuovi volumi e nuovi complessi edilizi.

4.1 I nuovi edifici

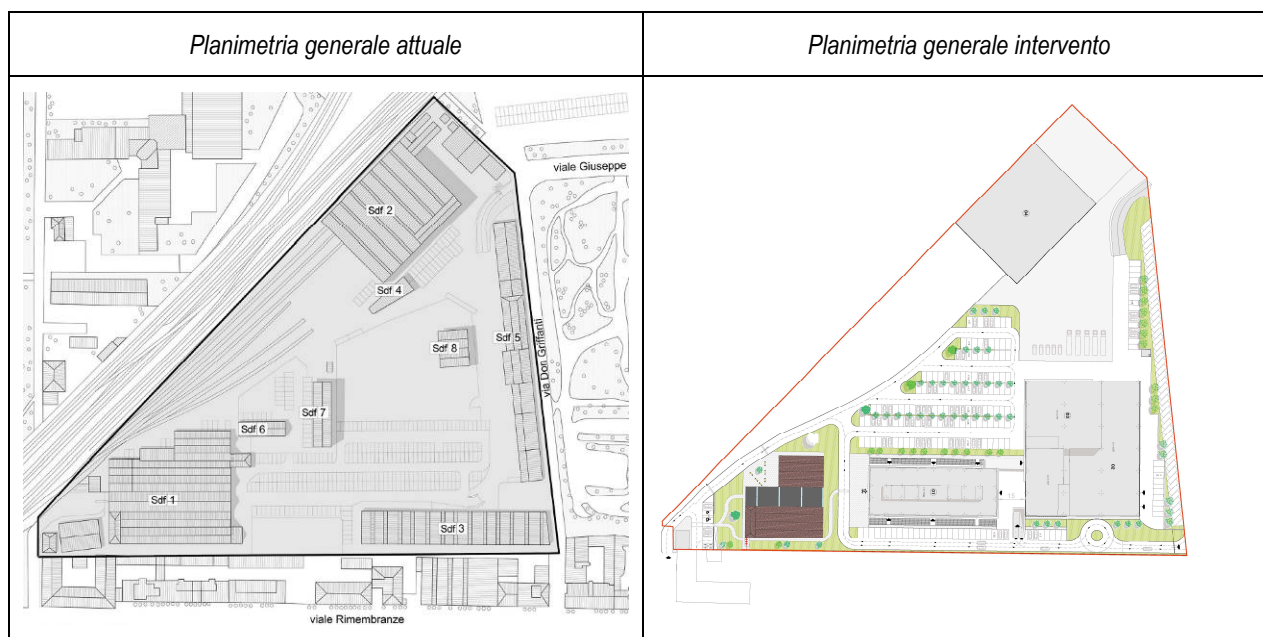
L'intervento di progetto coinvolge tutti gli edifici presenti all'interno del Polo, in particolare è prevista la realizzazione di due nuovi edifici, realizzati con il metodo della prefabbricazione.

Il primo edificio sorgerà in sostituzione dell'attuale edificio in ingresso, per il quale è prevista la demolizione. L'edificio è suddiviso in quattro livelli fuori terra e uno interrato. Al piano terra saranno collocati la hall, le sale conferenze e un bar a servizio del polo. Nei tre piani superiori saranno collocati gli uffici. Al piano interrato, infine, sarà realizzato un parcheggio interrato a servizio del Polo.

Il secondo edificio verrà costruito al centro dell'area, è distribuito su tre livelli fuori terra e prevede al piano terra il magazzino, a doppia altezza, che verrà centralizzato rispetto alla situazione attuale, laboratori e spogliatoi. Al piano primo saranno collocati gli uffici tecnici, la medicina preventiva e alcuni locali tecnici a servizio della SOU, che sarà invece collocata al secondo piano.

L'edificio delle Officine meccaniche per gli interventi di manutenzione dei treni viene ampliato sul fronte nord-ovest. L'ampliamento, destinato ad accogliere spazi legati alla Logistica e Deposito sarà condotto tramite un recupero conservativo al fine di preservare quanto più possibile l'edificio esistente.

Negli spiazzi aperti all'interno dell'area verranno realizzati nuovi spazi destinati al posteggio dei veicoli.



Posizionamento dei nuovi edifici

Per una descrizione più dettagliata si rimanda ai documenti tecnici di progetto.

5 Descrizione degli impianti e loro criticità

5.1 Descrizione degli impianti

I nuovi edifici sono contraddistinti dalla presenza di un serie di impianti tecnici posizionati in copertura.

Gli impianti in questione sono riportati nella seguente tabella, unitamente al loro tempo di funzionamento e alla loro potenza sonora:

Tipologia di Impianto		Funzionamento	Utilizzo	Livello di pressione sonora (dBA)	Livello di potenza sonora (dBA)
A - Pompa di calore polivalente aria/acqua		Diurno e notturno	100%	66.0	88.0
B - UTA aria primaria	Aspirazione	Diurno e notturno	100%	48.3	62.3
	Uscita			76.0	90.0
	Carpenteria			55.4	69.4
C - UTA aria primaria	Aspirazione	Diurno e notturno	100%	48.8	62.8
	Uscita			76.3	90.3
	Carpenteria			55.1	69.1

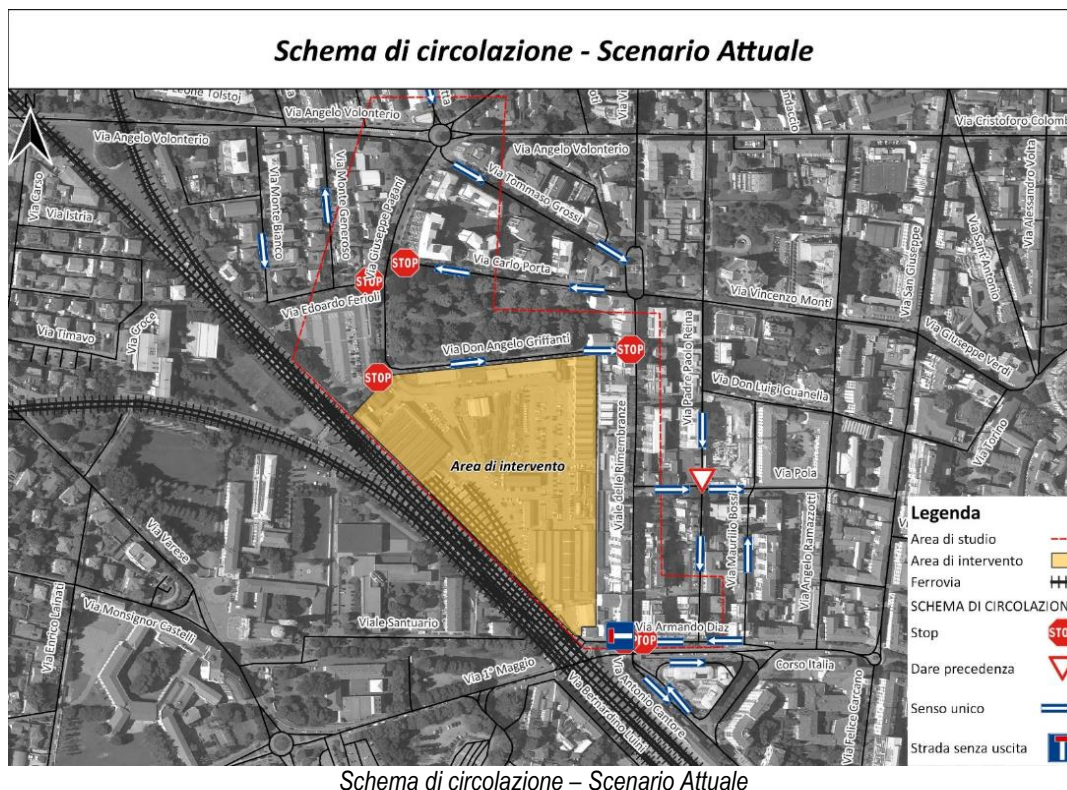
Nota

Il periodo di attività riportato nello schema si è basato su indicazioni aziendali.

6 Studio viabilistico

6.1 Introduzione

Il presente capitolo tratterà in breve lo studio viabilistico delle opere oggetto di intervento. Per il documento completo si rimanda allo studio viabilistico specifico. Le analisi viabilistiche sono limitate all'area circostante la stazione ferroviaria, tra le vie Rimembranze e Don Griffanti, dove sono presenti gli edifici ferroviari oggetto di riqualificazione.



6.2 Flussi veicolari in sezione (conteggi automatici)

La raccolta di dati in continuo ha avuto una durata di sei giorni, dal pomeriggio di venerdì 12 al pomeriggio di giovedì 18 maggio 2023, presso cinque sezioni stradali poste internamente all'area di studio, nei punti di maggior interesse per localizzazione ed entità dei flussi:

- postazione SEZ01: via Roma;
- postazione SEZ02: via Mier.

Si evidenzia che i dati relativi al giorno mercoledì 17 maggio sono stati scartati, per la presenza del mercato settimanale.

Sono state utilizzate apparecchiature automatiche, che vengono montate a bordo strada su pali esistenti, senza bisogno di opere di cantierizzazione. La classificazione dei veicoli avviene sulla base della lunghezza.

In appendice a fondo testo si riportano i dati di traffico rilevati per ciascuna sezione, suddivisi per:

- giorno;

- ora;
- direzione;
- classe veicolare:
 - Classe 1: motoveicoli e ciclomotori;
 - Classe 2: auto;
 - Classe 3: veicoli commerciali leggeri;
 - classe 4: veicoli commerciali pesanti e bus.

Nelle successive analisi, e in particolare nei flussogrammi, le categorie vengono ulteriormente raggruppate in due classi:

- veicoli leggeri: classi veicolari 1, 2 e 3;
- veicoli pesanti: classe veicolare 4.

6.3 Manovre di svolta alle intersezioni (conteggi manuali)

Al fine di ricostruire in dettaglio la distribuzione e l'entità dei flussi veicolari lungo la rete stradale analizzata, è stata organizzata una campagna di indagini per monitorare, durante le ore di punta settimanali, i flussi delle manovre di svolta presso le principali intersezioni.

Le intersezioni analizzate sono state:

- INT01: via – Volonterio / SP30;
- INT02: via Pagani / via Porta;
- INT03: via Pagani / via Ferioli;
- INT04: via Pagani / via Don Grifanti / parcheggio;
- INT05: via Don Grifanti / via Rimembranze;
- INT06: via Rimembranze / via Pola;
- INT07: via Rimembranze / via Diaz / via Cantore.

Le indagini sono state svolte nelle fasce orarie di punta delle giornate di martedì 16 maggio 2023 (periodi 7:30-9:30 e 17:00-19:00).

Le intersezioni INT02 e INT03, per la loro vicinanza, sono state analizzate congiuntamente, come se fossero un'unica intersezione a quattro rami.

In appendice a fondo testo si riportano i dati di traffico rilevati per ciascuna intersezione, suddivisi per:

- giorno;
- ora;
- classe veicolare:
 - leggeri: auto e commerciali < 3,5 t;
 - pesanti: veicoli commerciali oltre 3,5 t e bus.

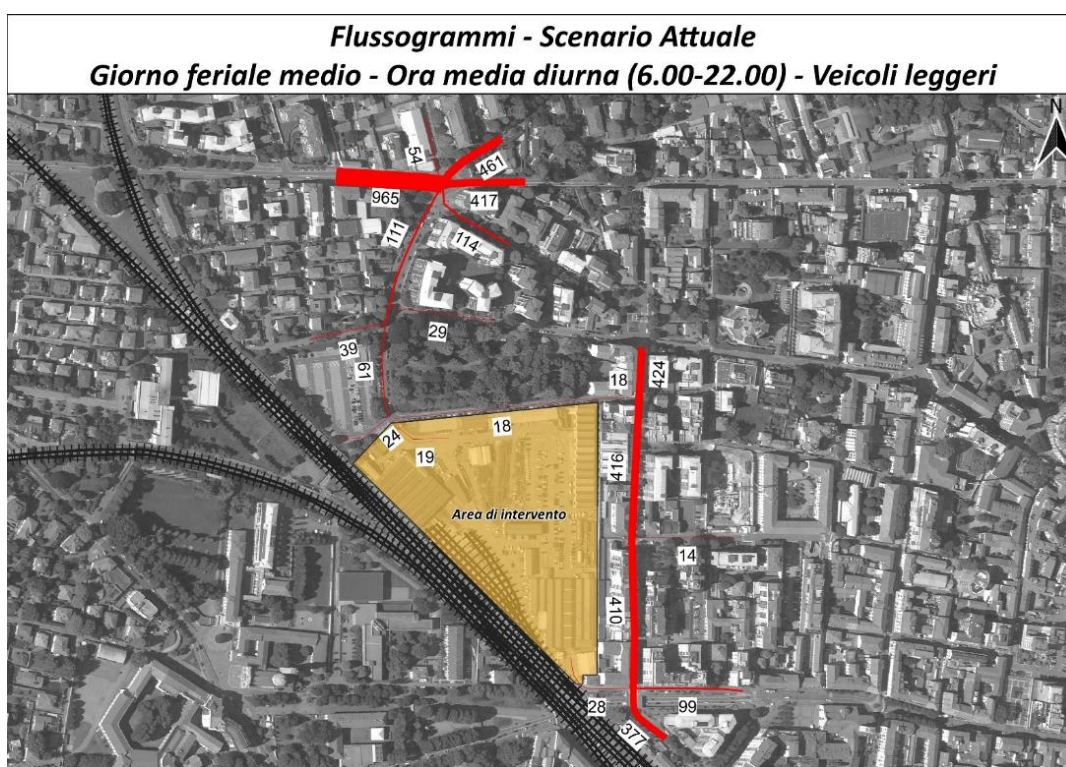
Si riporta a seguire la localizzazione delle intersezioni oggetto di conteggio delle manovre di svolta.

6.4 Ora media diurna (6.00-22.00) del giorno settimanale medio

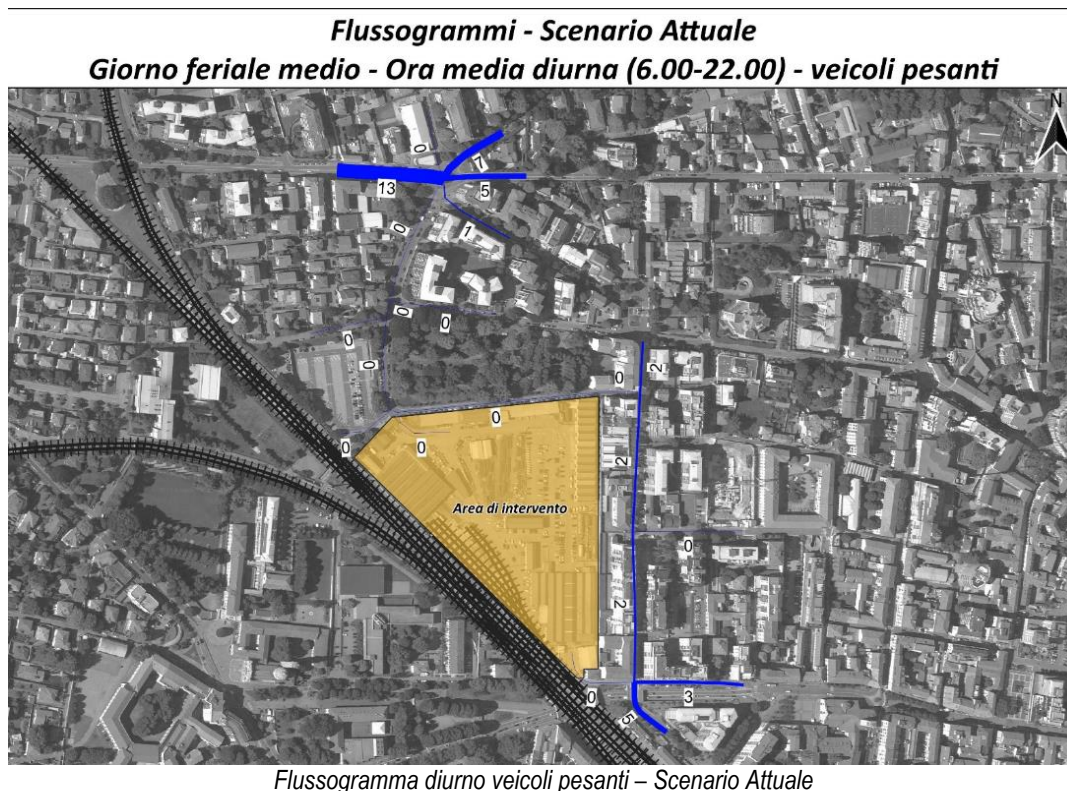
Nel periodo diurno il traffico è essenzialmente concentrato lungo la viabilità principale, rappresentata dalla direttrice est-ovest di via Volonterio e SP30, a nord dell'area di intervento, e sulla direttrice nord-sud di via Rimembranze, ad est dell'area di intervento. I flussi bidirezionali medi orari risultano essere pari a circa 900 veicoli/ora lungo via Volonterio ovest, e circa 400-500 veicoli/ora lungo via Volonterio est, SP30 e via Rimembranze. Sulla rete secondaria i flussi sono nel range di 0-150 veicoli/ora

bidirezionali. Lungo il tratto maggiormente trafficato (via Volonterio ovest) si stima un passaggio di 965 veicoli/ora bidirezionali, pari a circa 1 veicolo ogni 3,7 sec. Tale flusso risulta ampiamente al di sotto della capacità massima di deflusso dell'arco, che per questo tipo di strade può essere individuata in circa 2.000-2.500 veicoli/ora bidirezionali. Lungo tutta la rete sono presenti ampie riserve di capacità, tanto che anche nel corso dei sopralluoghi non sono mai stati registrati accodamenti rilevanti alle intersezioni. I flussi in transito lungo via Pagani e via Don Griffanti sono prevalentemente flussi con origine o destinazione il quartiere stesso (residenze o aree di parcheggio), mentre i flussi lungo via Rimembranze sono prevalentemente di attraversamento del quartiere, di scambio con la direttrice est-ovest di via Volonterio. Il flusso veicolare pesante è scarso, e concentrato principalmente lungo l'asse di via Volonterio e SP30. Buona parte del traffico pesante è rappresentato dai bus di linea.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



Flussogramma diurno veicoli leggeri – Scenario Attuale



6.5 Ora media notturna (22.00-6.00) del giorno settimanale medio

Nelle ore notturne i flussi veicolari rilevati sono mediamente molto più bassi di quelli del periodo diurno. Nell'ora media notturna si registrano flussi solo lungo la relazione tra via Volonterio ovest e SP30. La distribuzione dei flussi lungo la rete è analoga a quella del periodo diurno.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo notturno.



In questo capitolo vengono quindi affrontate le medesime tematiche dello Scenario Attuale, ma relativamente alle previsioni infrastrutturali e di mobilità contenute nel progetto di riorganizzazione delle aree adiacenti la stazione ferroviaria.

6.7 Descrizione del progetto

Il progetto prevede la riorganizzazione delle aree ferroviarie, adiacenti alla stazione ferroviaria, poste tra via Don Grifanti, e via delle Rimembranze. Lo schema non subirà sostanziali modifiche, ad eccezione di un nuovo tratto stradale parallelo a via delle Rimembranze, che dà accesso agli edifici e ai parcheggi pubblici.

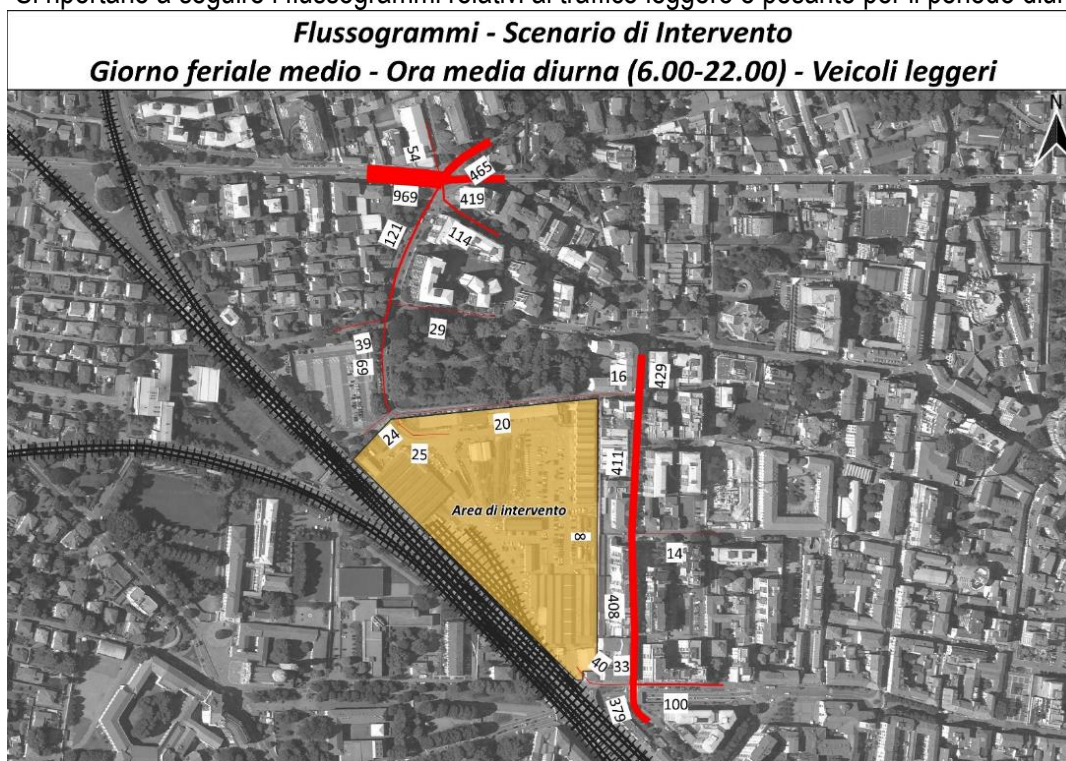
Per la descrizione puntuale del progetto e delle relative geometrie stradali si rimanda alla relazione descrittiva del progetto e ai relativi elaborati grafici.

Nei paragrafi che seguono di riportano i flussogrammi di progetto per la fascia oraria diurna 6.00-22.00 e notturna 22.00-6.00 per i veicoli leggeri e pesanti.

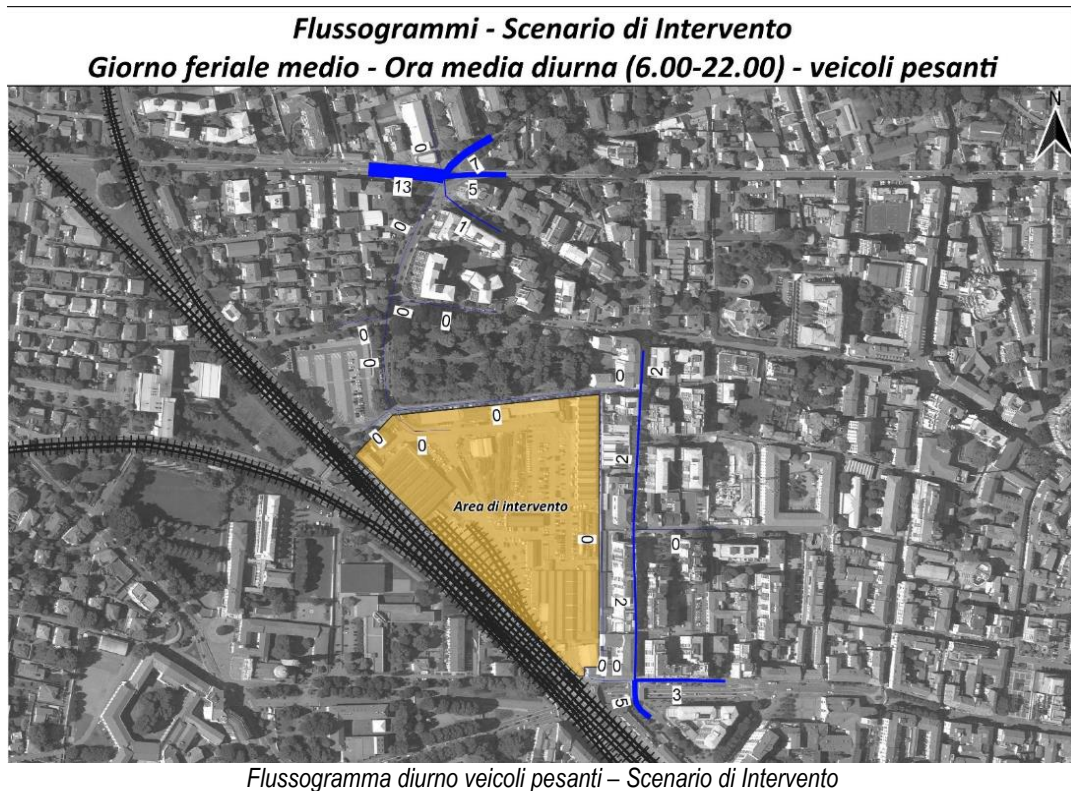
6.8 Ora media diurna (6.00-22.00) del giorno settimanale medio

Il nuovo schema di circolazione comporta una trascurabile redistribuzione dei flussi, in conseguenza della apertura del nuovo tratto stradale d'accesso all'area di intervento. In nessun arco stradale i flussi previsti arrivano a livelli di flusso prossimi alla saturazione, per cui, analogamente allo Scenario Attuale, non sono prevedibili accodamenti significativi alle principali intersezioni della rete.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



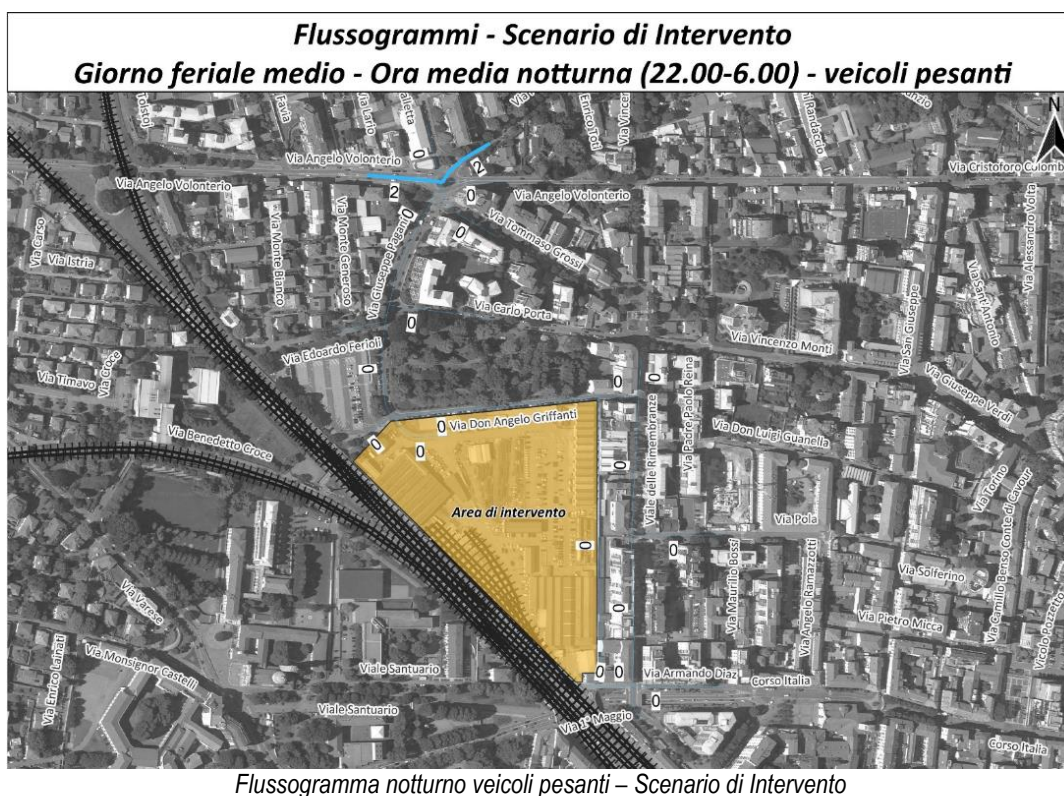
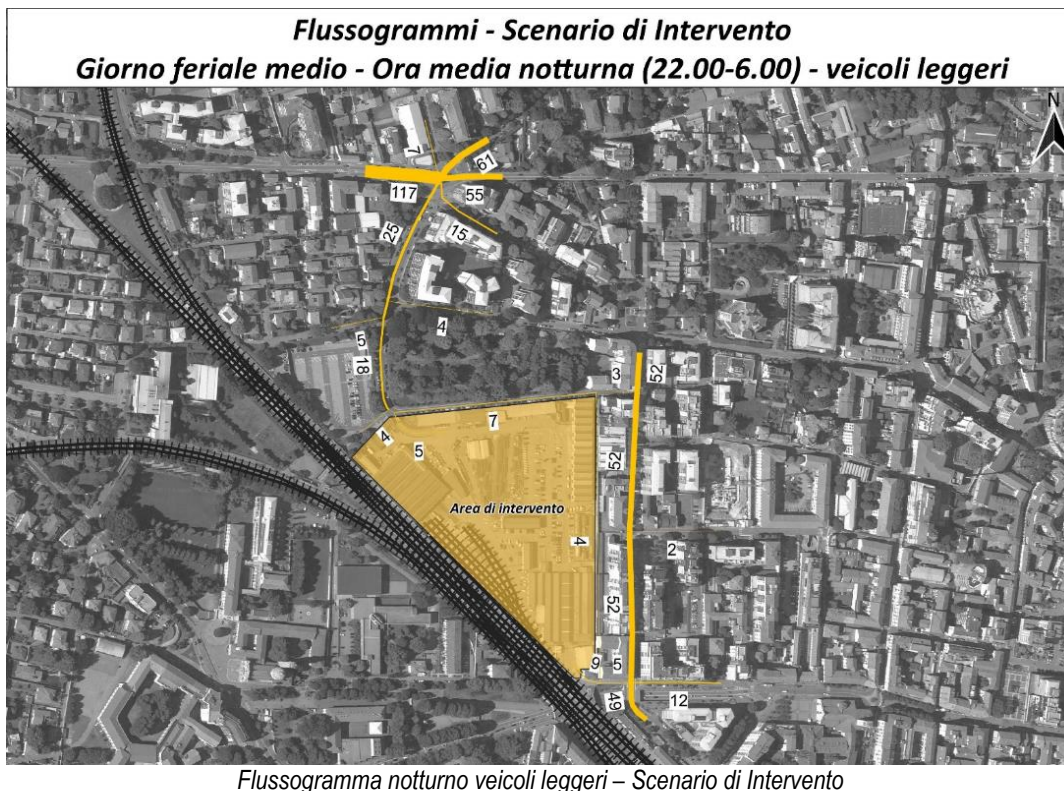
Flussogramma diurno veicoli leggeri – Scenario di Intervento



6.9 Ora media notturna (22.00-6.00) del giorno settimanale medio

Per le ore notturne gli effetti redistributivi dovuti al nuovo schema di circolazione sono analoghi a quelli osservati per le ore diurne. Per quanto riguarda i mezzi pesanti i flussi rimangono uguali a quelli dello Scenario Attuale, e quasi nulli.

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi al traffico leggero e pesante per il periodo diurno.



7 Misure fonometriche

7.1 Punti di misura Hub

Ai fini dell'analisi del clima acustico dell'area sono state effettuate due misure fonometriche della durata di 24 ore. I punti scelti sono situati lungo all'interno dell'Hub attuale, più precisamente:

- P1 – Coordinate WGS84: 45.627201, 9.029415
- P2 – Coordinate WGS84: 45.628318, 9.028620



Punti di misura Hub attuale

Le misure fonometriche sono state effettuate seguendo quanto previsto dal DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Le misurazioni sono state volte ad un'altezza di 1.5 metri dal piano campagna.

Punto	Altezza	Data e ora	Durata misura	Leq rilevato (dBA)	
				Periodo diurno	Periodo notturno
P01	1.5 m	09-10/05/2023 10.00	24 ore	54.9	53.5
P02	1.5 m	09-10/05/2023 10.00	24 ore	53.5	51.5

Livelli rilevati durante le misure ante operam

7.2 Punti di misura ferrovia

Per la taratura del rumore ferroviario sono state effettuate una serie di misure fonometriche della durata di 24 ore. I punti scelti sono situati lungo la linea ferroviaria, più precisamente:

- P1 – Coordinate WGS84: 45.624600, 9.031940
- P2 – Coordinate WGS84: 45.624300, 9.032530
- P3 – Coordinate WGS84: 45.624000, 9.032950



Punti di misura

Per lo svolgimento della misura, come previsto dal DM 16/03/1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico” è stato posizionato lo strumento ad un'altezza di circa 4 m dal piano campagna e ad 1 m dalla facciata.

8 Risultati delle misure e confronto con i limiti

Le misure fonometriche condotte nelle 24 ore hanno messo in rilievo una condizione nella quale il clima acustico è dominato dalle emissioni legate alla circolazione ferroviaria (transiti dei treni e rumore legato alla sosta e accensione/preparazione dei convogli), ma anche in minor parte dal rumore del traffico stradale.

Per il calcolo del rumore ferroviario, usualmente si utilizza il $L_{Aeq,TR}$, che viene calcolato secondo le modalità riportate nel Decreto del 16/03/1998, tenendo però conto solamente dei transiti effettivi dei treni. Il $L_{Aeq,TR}$ viene calcolato in base alla relazione seguente

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{AE})_i} - k$$

dove:

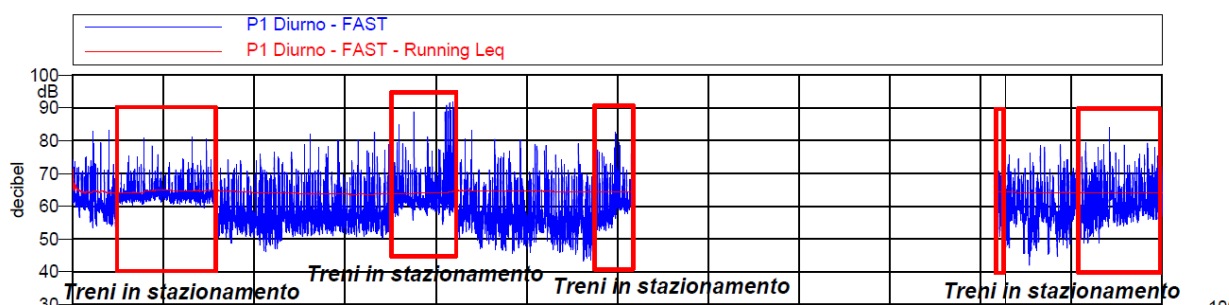
TR è il periodo di riferimento diurno o notturno;

n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;

k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06-22) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22-06).

Un metodo di questo tipo, nel nostro caso si rivela limitato nell'applicazione, in quanto i ricettori oggetto di indagine subiscono il rumore legato ai transiti, ma soprattutto quello relativo ai treni in sosta e in preparazione nell'area sottostante i palazzi.

La rumorosità di questi ultimi eventi è di tipo più costante e stabile ed è legata all'avviamento e stazionamento con compressori accesi per il riscaldamento e raffreddamento degli ambienti necessario per rendere confortevoli i vagoni. Gli eventi hanno durata anche superiore a un'ora dovuta anche all'accensione di due o tre materiali rotabili in cascata.



Esempio di eventi legati alla sosta dei treni

Per i ricettori in oggetto, essendo presenti sia emissioni legate al transito ferroviario sui binari, sia quelle di avviamento e stazionamento, l'analisi del rumore ferroviario deve tenere conto sia del rumore dei transiti, sia di quello relativo ai treni in sosta, scartando tutte le altre sorgenti di rumore.

Un buon metodo per calcolare il rumore prodotto da tutti gli eventi ferroviari (transiti e treni in stazionamento/avviamento) nel nostro caso è la differenza logaritmica fra L_{eq} globale misurato sui tempi di riferimento e livello di rumore di fondo, come suggerisce la UNI 10855.

La norma UNI 10855 fornisce una serie di metodi per identificare singole sorgenti sonore in un contesto ove non è trascurabile l'influenza di altre sorgenti e per valutarne il livello di pressione sonora. Quello che è stato applicato è il Metodo A del capitolo 5 della norma.

Questo è il metodo base per valutare il livello sonoro L_s di una sorgente specifica di rumore disattivabile, anche se il rumore residuo è fluttuante.

Richiede che si compiano i seguenti passi:

- passo 1: misurare il livello sonoro ambientale, L_a ;
- passo 2: misurare nella stessa posizione il livello sonoro residuo, L_r ;
- passo 3a: se $L_a - L_r > 3$ dB determinare L_s con la relazione seguente:

$$L_s = 10 \lg \left[10^{L_a/10} - 10^{L_r/10} \right]$$

Periodo diurno

Ricettore	Distanza dalla ferrovia	L_{eq} globale (dBA)	L_{eq} del fondo(dBA)	L_{eq} ferrovia (dBA)	Limmiss arrotondati (dBA) Rumore ferroviario	Limiti (dBA)
P1	5.0 m	67.2	52.0	67.1	67.0	70
P2	5.0 m	65.7	51.0	65.5	65.5	70
P3	15.0 m	63.9	50.7	63.7	64.0	70

Periodo notturno

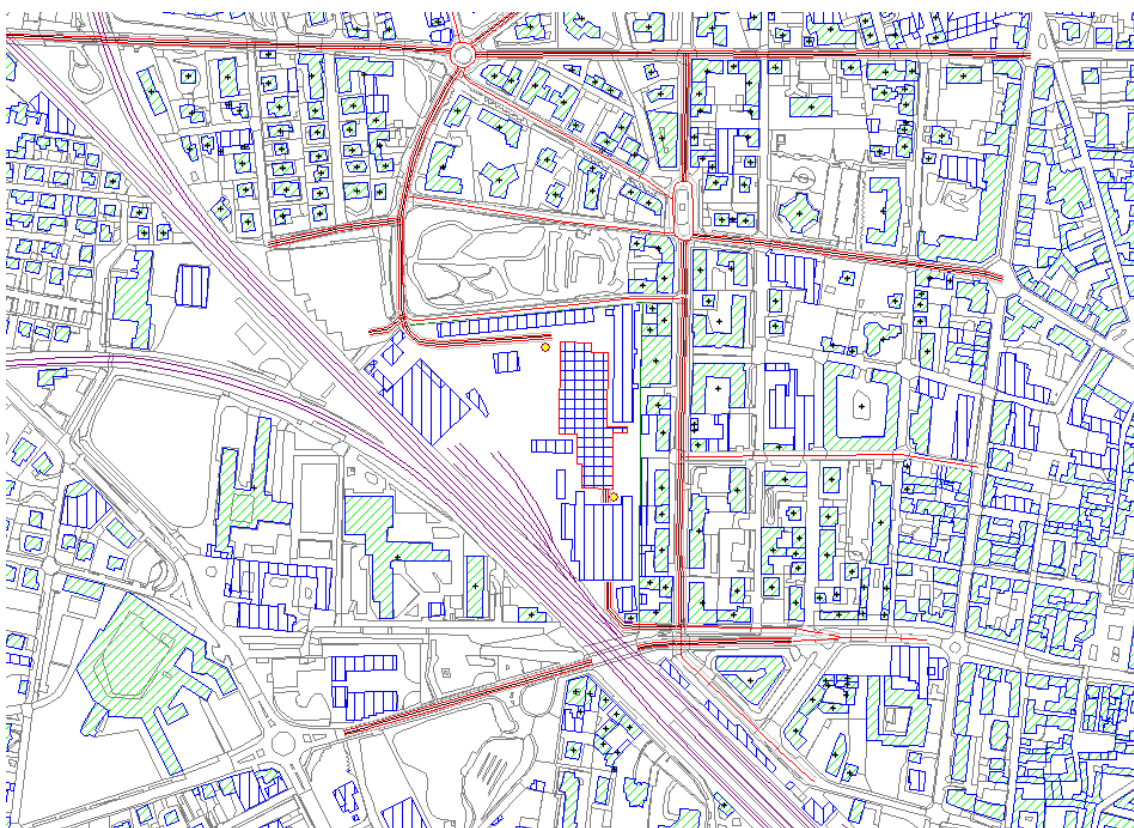
Ricettore	Distanza dalla ferrovia	L_{eq} globale (dBA)	L_{eq} del fondo(dBA)	L_{eq} ferrovia (dBA)	Limmiss arrotondati (dBA) Rumore ferroviario	Limiti (dBA)
P1	5.0 m	61.6	42.5	61.5	61.5	60
P2	5.0 m	57.2	39.4	57.1	57.0	60
P3	15.0 m	54.8	38.9	54.7	55.0	60

9 Il modello matematico

9.1 Realizzazione del modello matematico

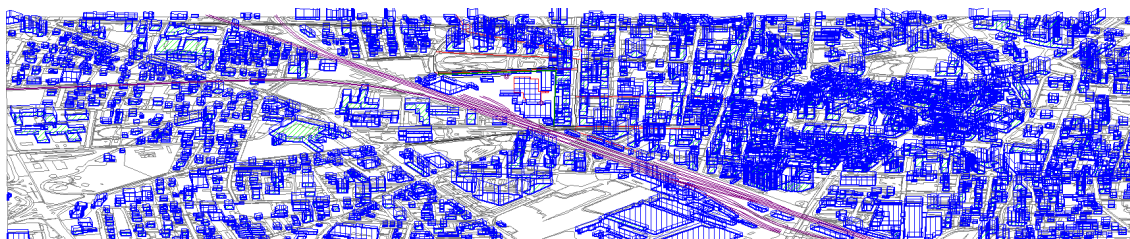
Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.



Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista planimetrica)

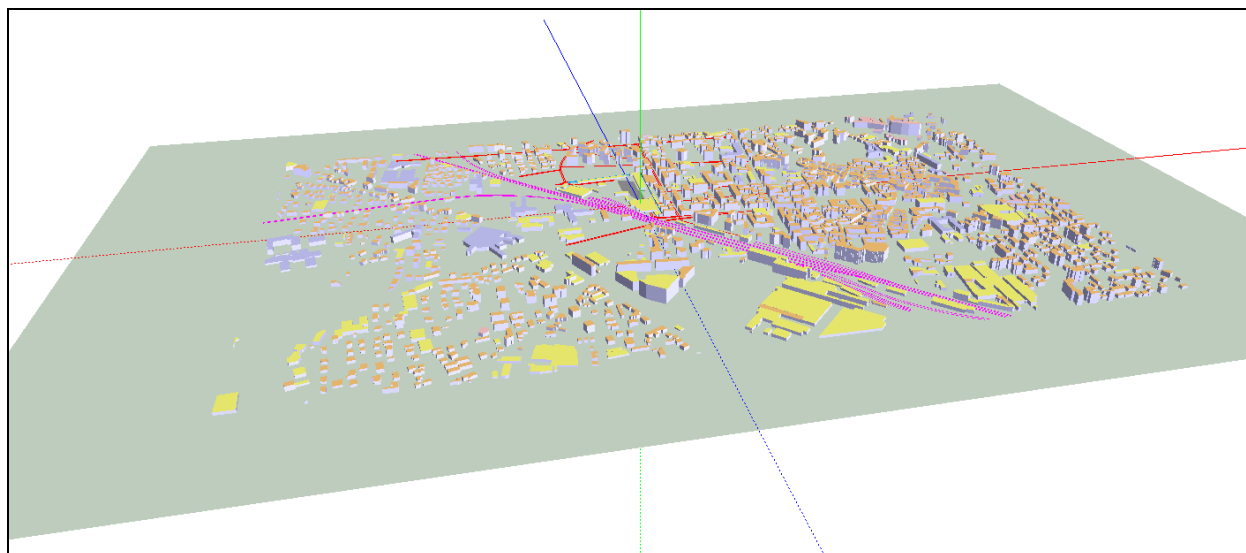
Il modello rappresenta in modo tridimensionale la situazione territoriale dell'area.



Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

9.2 Creazione dell'orografia del terreno

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una distanza di circa 500 metri dal confine in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.



Creazione del modello digitale del terreno (vista 3D)

Una volta definita l'orografia del territorio, sono stati inseriti nello scenario di calcolo tutti gli elementi che si comportano come ostacoli alla propagazione dell'onda sonora come, ad esempio, i muretti di contenimento interni, il muro perimetrale e gli edifici.

9.3 Inserimento delle sorgenti sonore

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore. La modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

9.4 Taratura del modello matematico

Come evidenziato in precedenza, una volta che il modello di calcolo è stato definito e tarato, l'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati nelle misure fonometriche eseguite in diverse posizioni esterne.

10 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

10.1 Premessa

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni nel periodo diurno e notturno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza. Le tabelle complete dei livelli calcolati ai ricettori sono riportate nell'apposito allegato.

10.2 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali - Immissione

Oltre che alle mappe di isolivello, in prossimità dell'area di pertinenza, abbiamo considerato come ricettori le case situate nelle vicinanze dell'area.

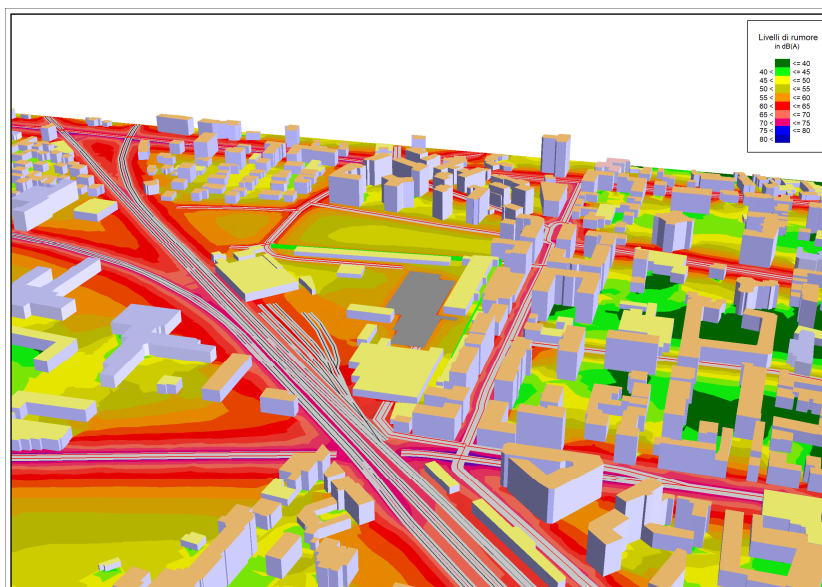
I ricettori considerati sono riportati nella figura seguente.



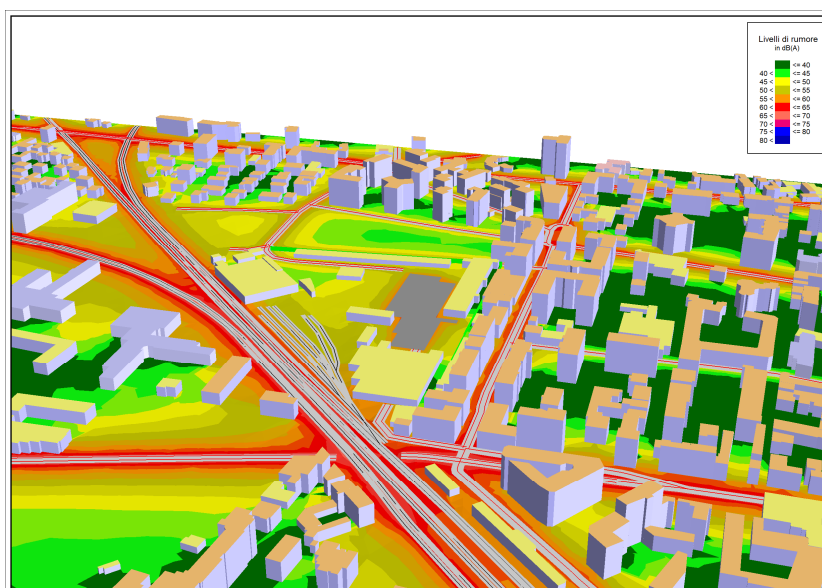
Ricettori considerati per valutazione dell'immissione

10.3 Risultati della simulazione modellistica – Rumore Ambientale Attuale

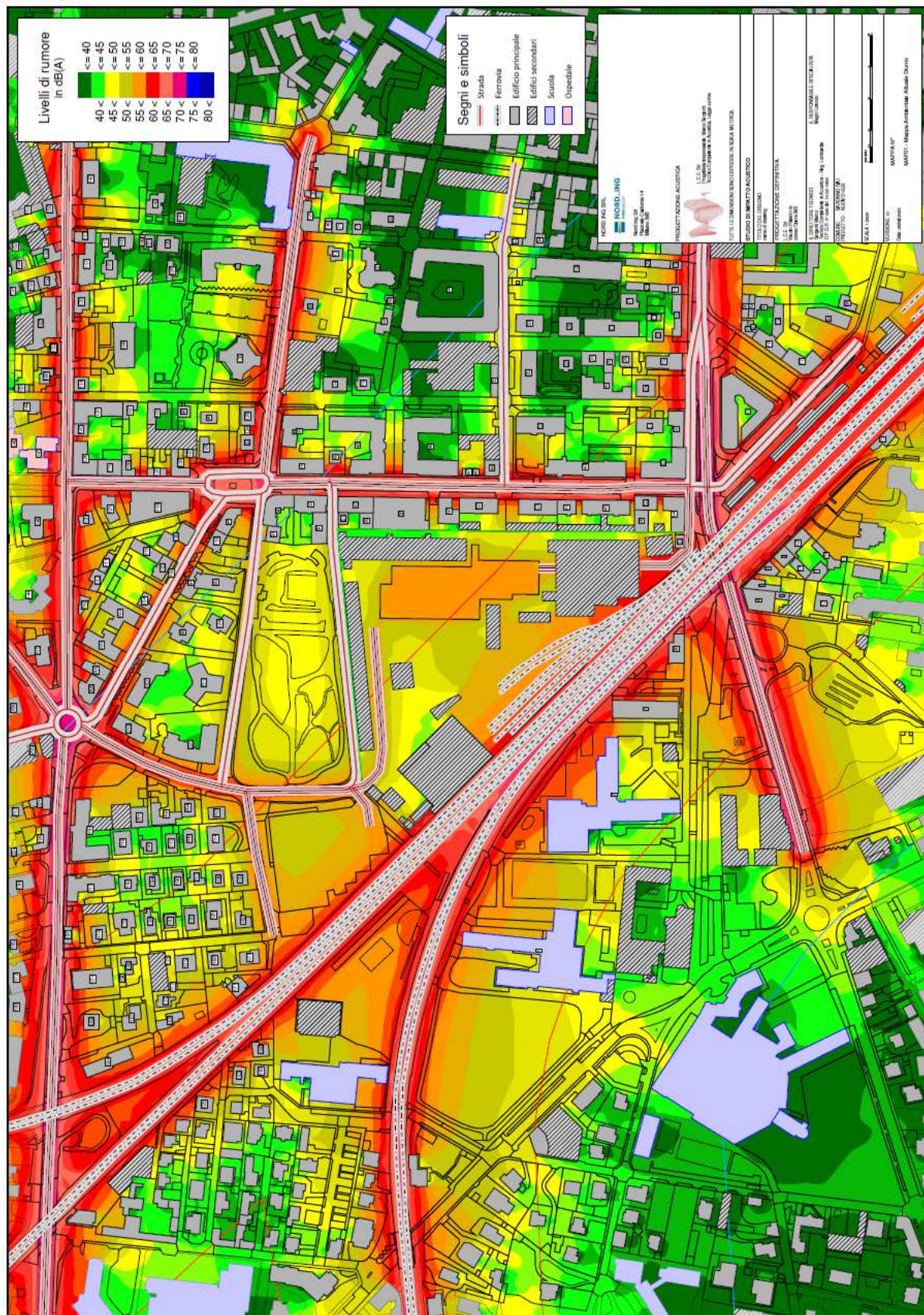
Al fine di valutare la situazione del clima acustico attuale, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area nella situazione presente ad esclusione di altre sorgenti di origine industriale esterne al gruppo aziendale delle quali non potremmo conoscere i dati di potenza sonora.



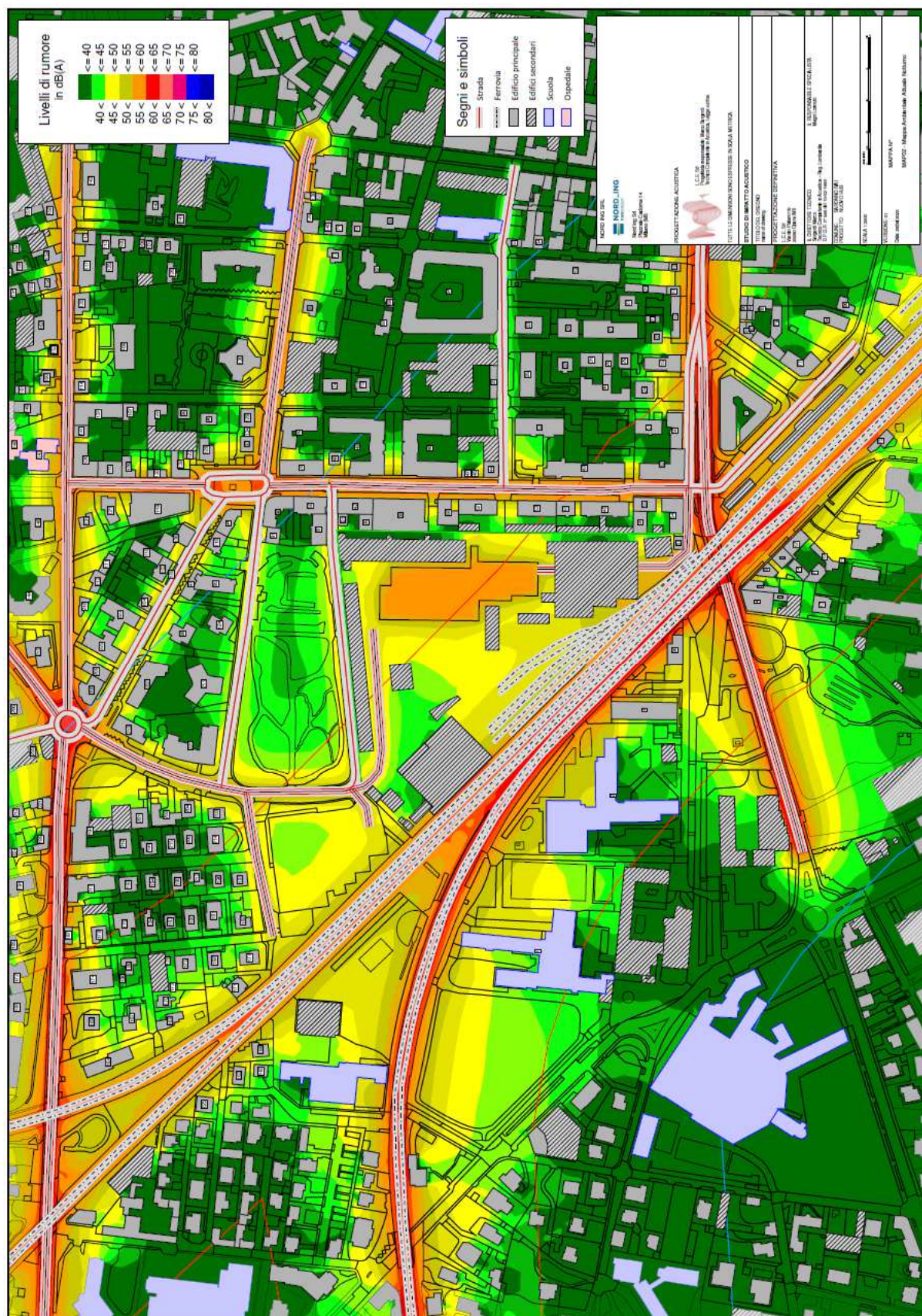
Mappa rumore ambientale attuale – Periodo di riferimento diurno



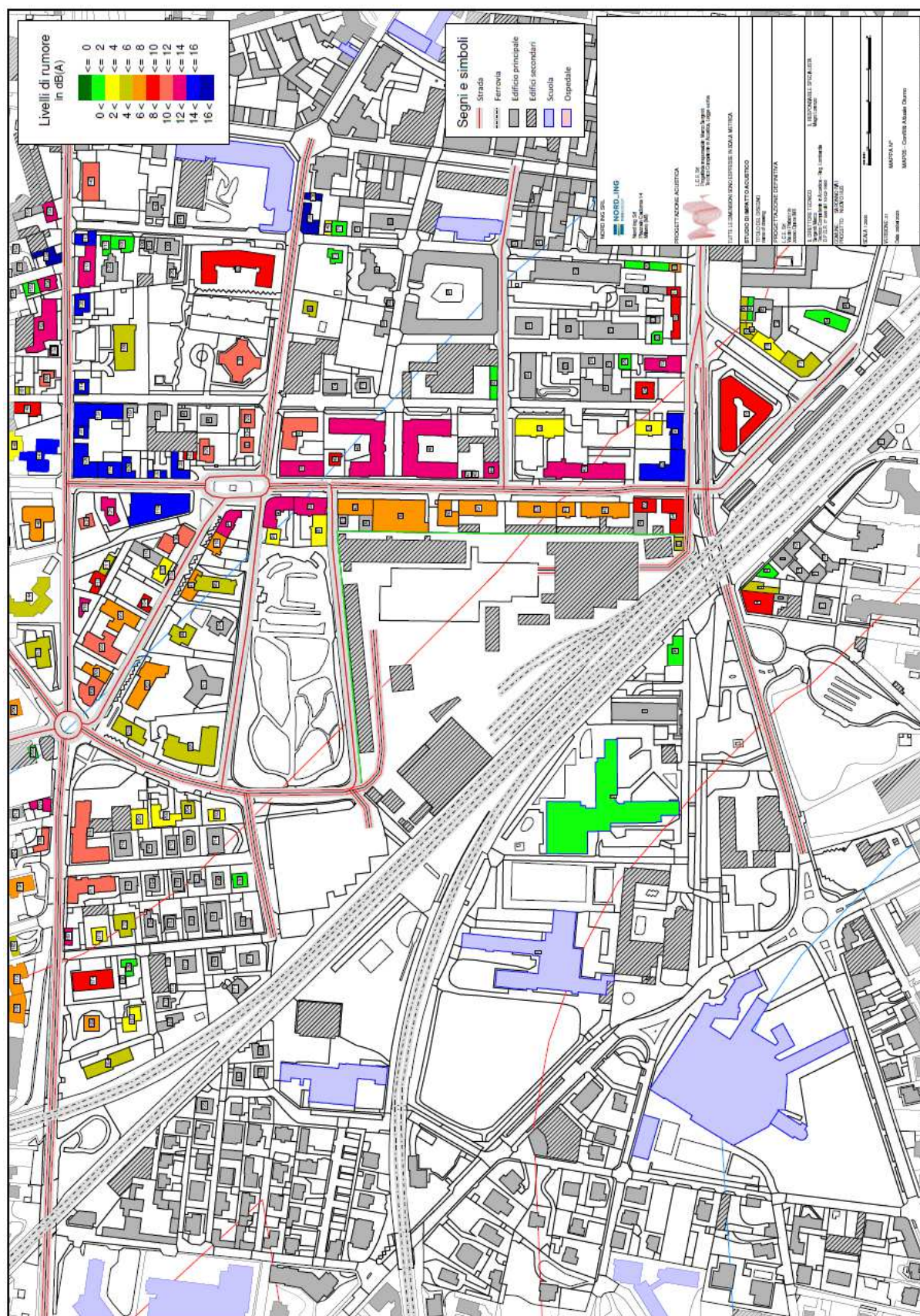
Mappa rumore ambientale attuale – Periodo di riferimento notturno



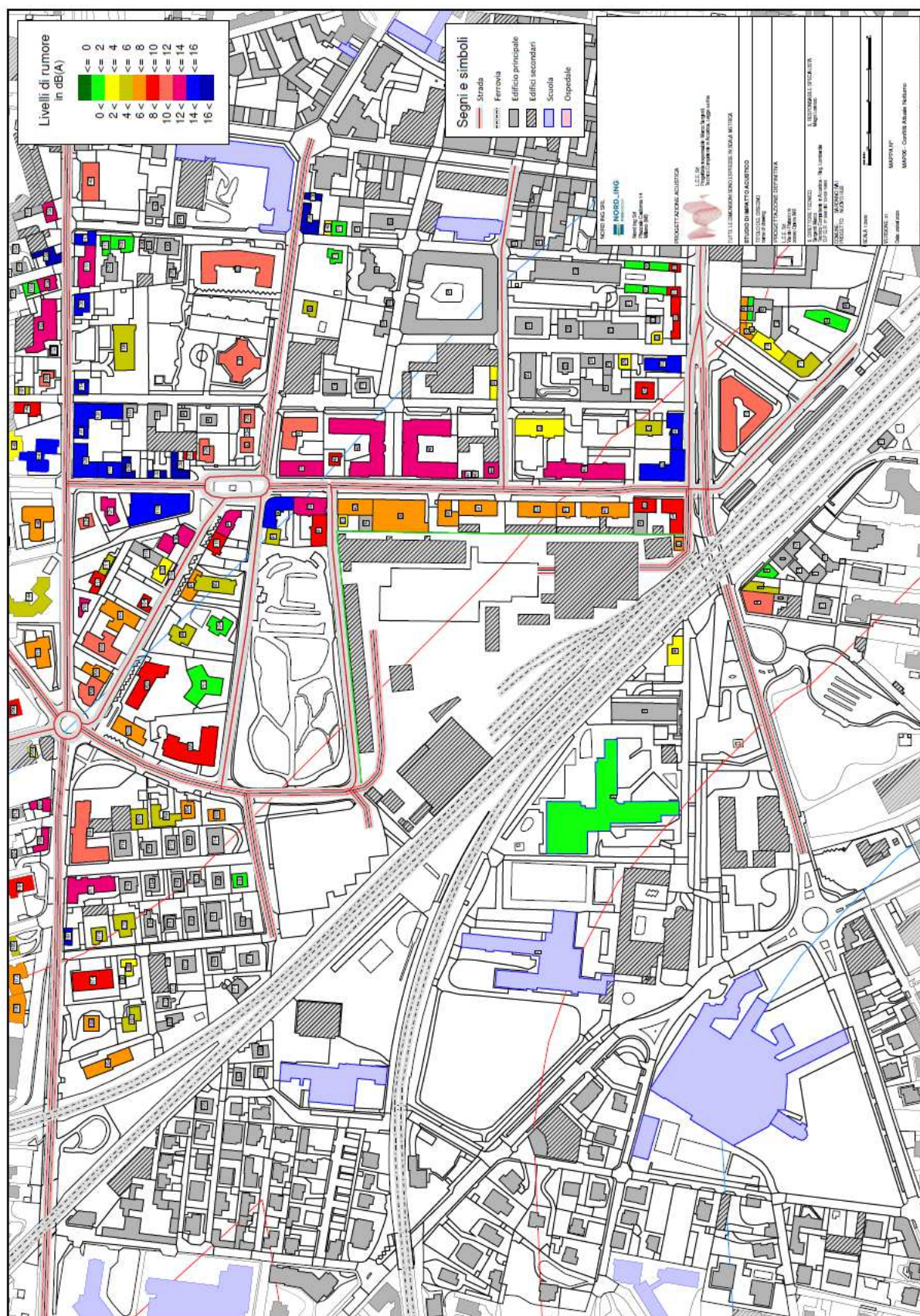
Mappa rumore ambientale attuale – Periodo di riferimento diurno



Mappa rumore ambientale attuale – Periodo di riferimento notturno



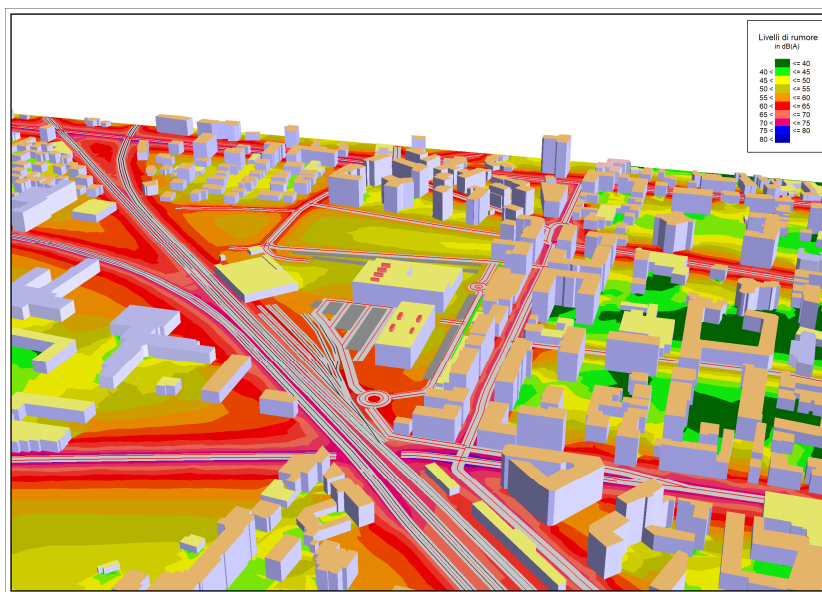
Mappa dei conflitti attuali – Periodo di riferimento diurno



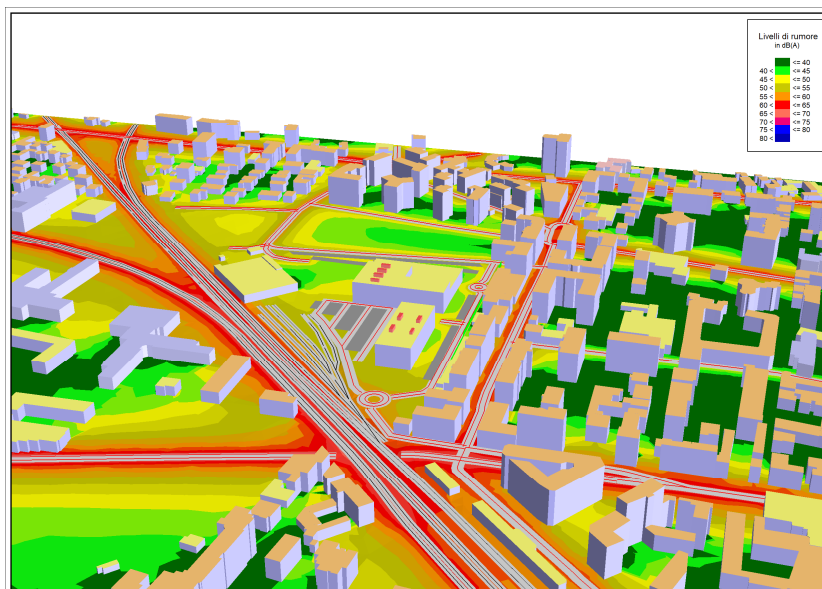
Mapa dei conflitti attuali – Periodo di riferimento notturno

10.4 Risultati della simulazione modellistica – Rumore ambientale futuro

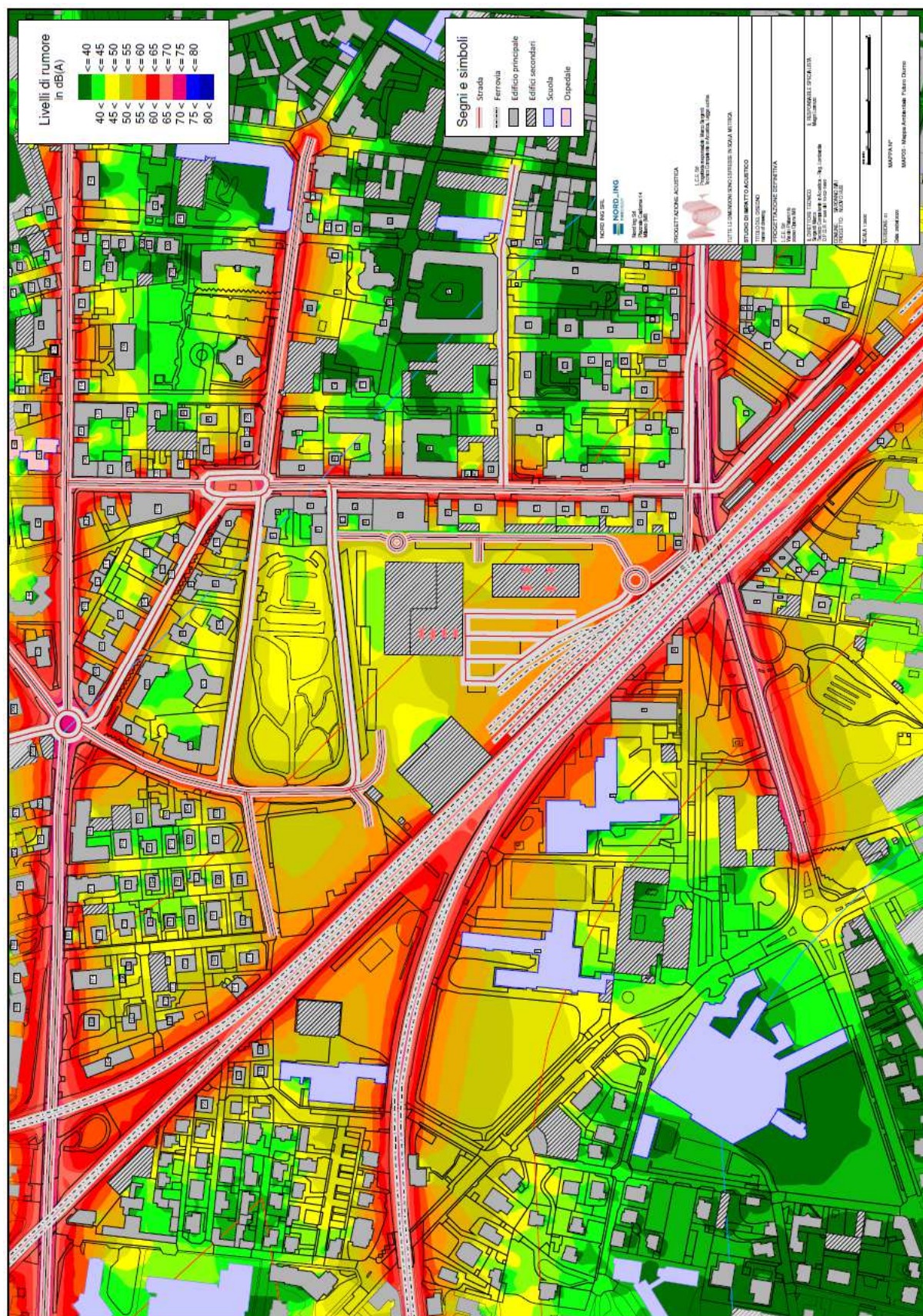
Al fine di valutare la situazione del clima acustico futuro, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area nella situazione futura (comprensiva dei nuovi impianti in copertura, i nuovi parcheggi e le modifiche alla viabilità introdotte) ad esclusione di altre sorgenti di origine industriale esterne delle quali non potremmo conoscere i dati di potenza sonora.



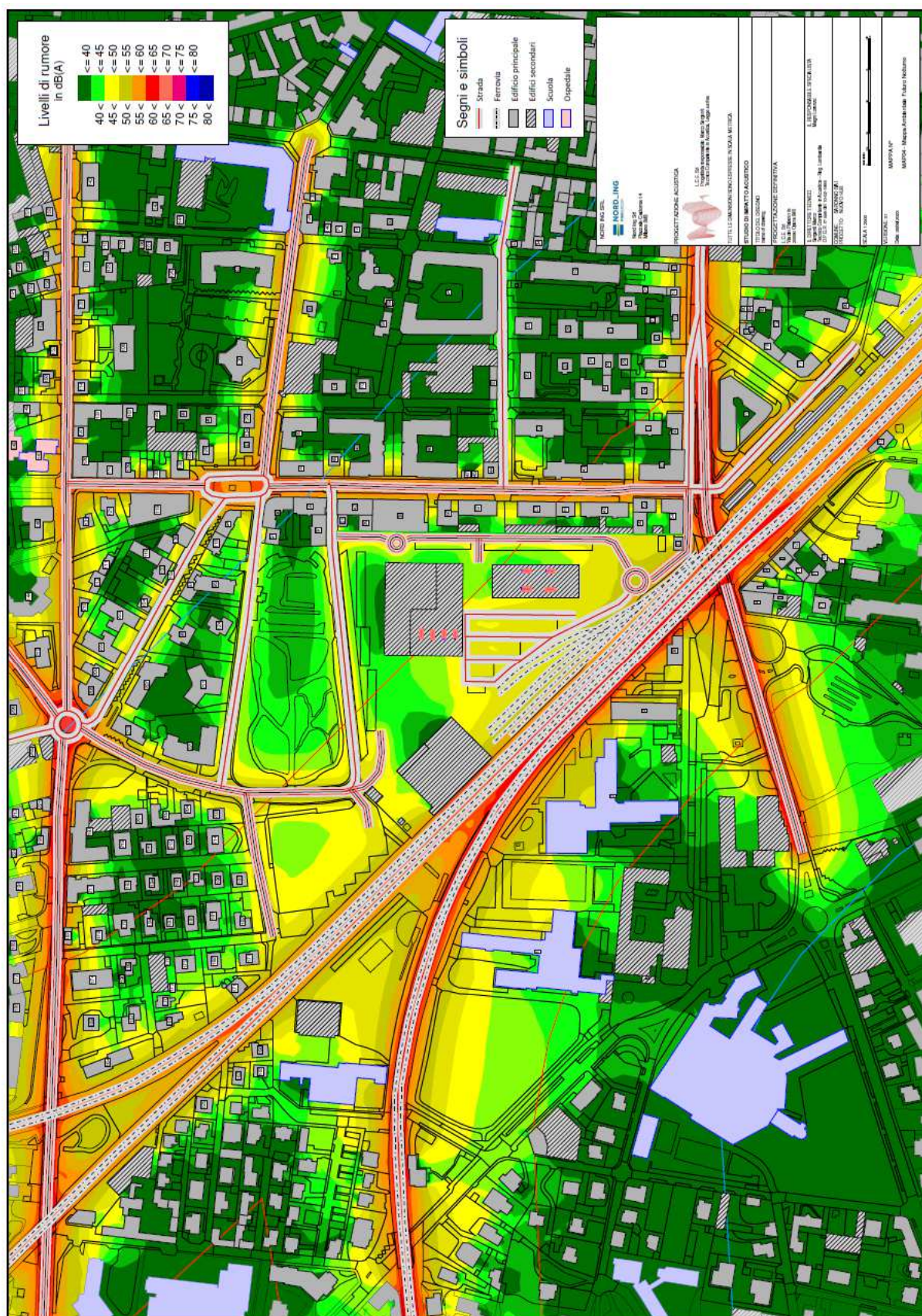
Mappa rumore ambientale futuro – Periodo di riferimento diurno



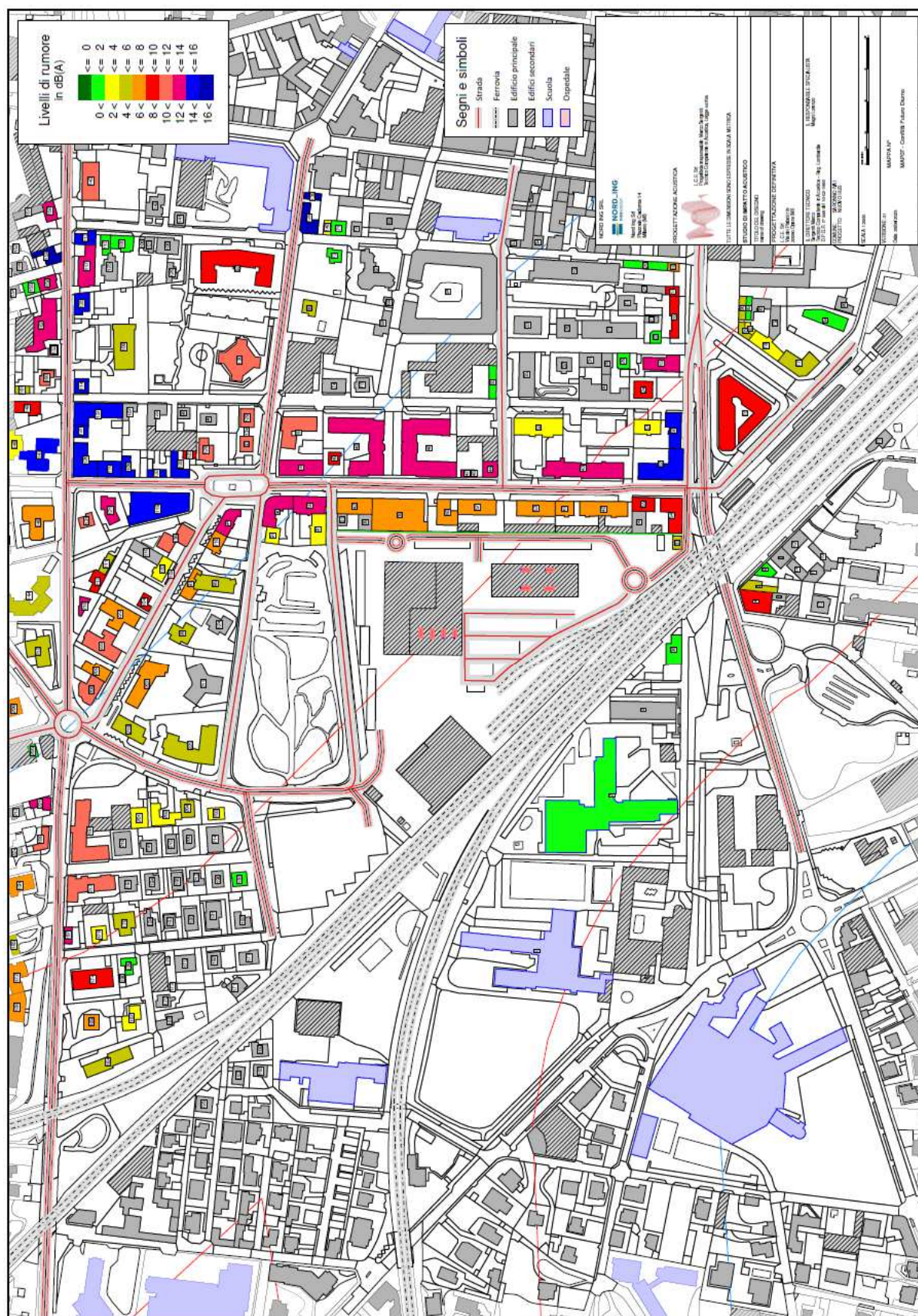
Mappa rumore ambientale futuro – Periodo di riferimento notturno



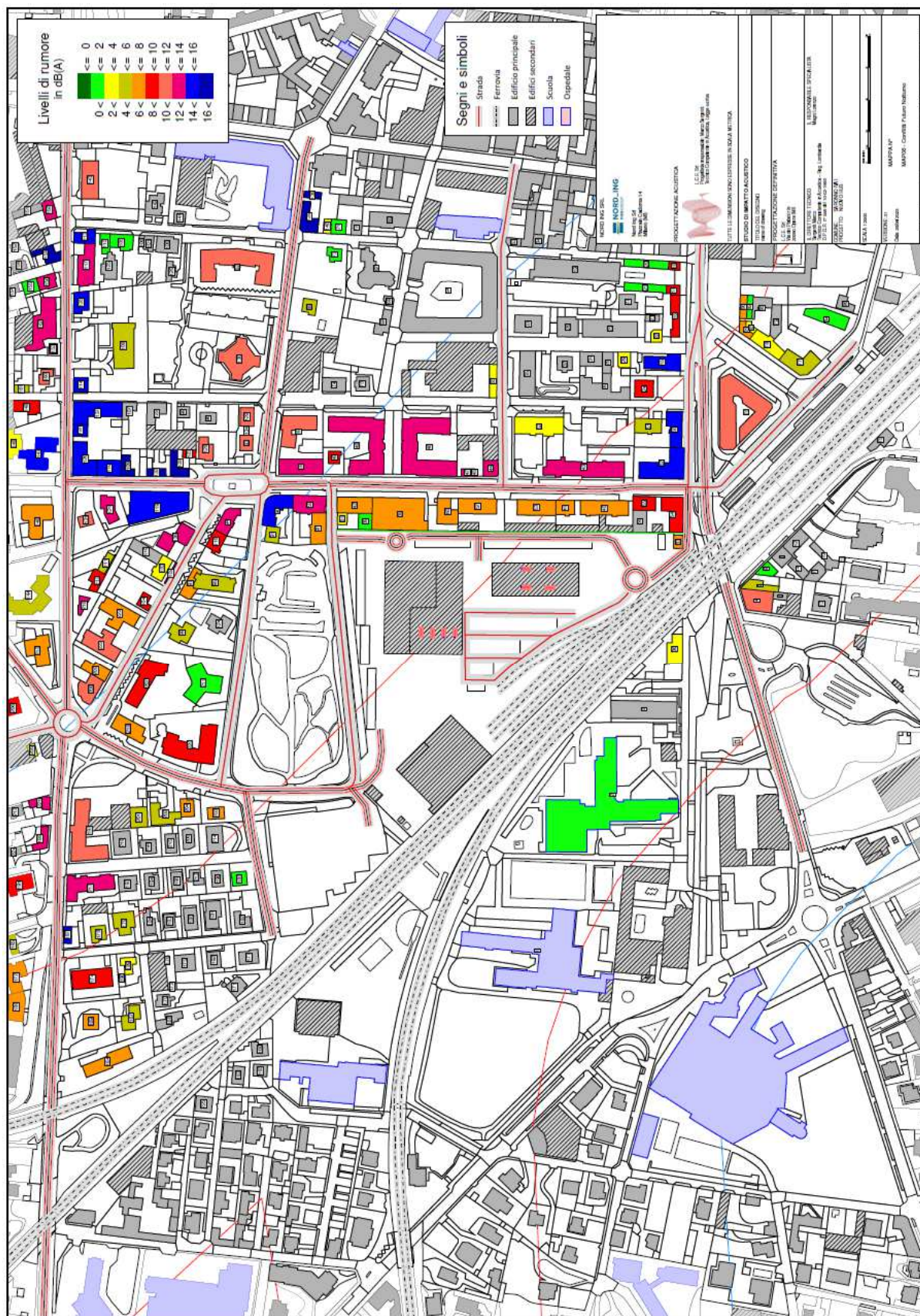
Mappa rumore ambientale futuro – Periodo di riferimento diurno



Mappa rumore ambientale futuro – Periodo di riferimento notturno



Mappa dei conflitti futuri – Periodo di riferimento diurno



Mappa dei conflitti futuri – Periodo di riferimento notturno

10.5 Risultati della simulazione modellistica – Emissione futuro

Al fine di valutare la situazione di emissione dello stabilimento, abbiamo considerato come sorgenti acustiche solo quelle relative all'area allo stato futuro escludendo strade esterne all'Hub, ferrovie e altre sorgenti di origine industriale esterne al gruppo aziendale delle quali non potremmo conoscere i dati di potenza sonora.

Periodo di riferimento diurno

Ricettore	Altezza	Classe acustica	Limite di classe (dBA)	Leq diurno (dBA)
RE01	1.5 m	III	55	30.7
RE02	1.5 m	III	55	37.3
RE03	1.5 m	III	55	38.6
RE04	1.5 m	III	55	38.3
RE05	1.5 m	III	55	30.1

Valori previsti in facciata nella situazione futura diurna

Periodo di riferimento notturno

Ricettore	Altezza	Classe acustica	Limite di classe (dBA)	Leq notturno (dBA)
RE01	1.5 m	III	45	25.0
RE02	1.5 m	III	45	31.3
RE03	1.5 m	III	45	32.0
RE04	1.5 m	III	45	32.8
RE05	1.5 m	III	45	24.3

Valori previsti in facciata nella situazione futura notturna

10.6 Risultati della simulazione modellistica – Criterio Differenziale

Al fine di valutare il rispetto del limite differenziale, è stato confrontato lo scenario di rumore residuo (con l'hub inattivo e tutte le altre sorgenti dell'area attive) con quello di rumore ambientale (con tutte le sorgenti attive, compreso l'hub nello scenario futuro).

Riprendendo dal DPCM 14/11/97 il concetto di Criterio Differenziale di Immissione, possiamo dire che:

Il "rumore ambientale" viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell'ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all'emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con "rumore residuo" si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

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

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del "rumore ambientale" e quello del "rumore residuo" misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

I valori ottenuti sono previsti in facciata: quelli all'interno dell'ambiente abitativo a finestre aperte è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.

Le tabelle complete del calcolo differenziale sono riportate nell'apposito allegato.

11 Conclusioni

Le analisi condotte indicano che, tenendo conto dei dati disponibili e delle variabili considerate nel modello, non sono previsti cambiamenti significativi nel contesto acustico nelle prossime fasi.

L'analisi delle previsioni acustiche ha coinvolto una valutazione approfondita di diversi fattori, tra cui il traffico stradale, le attività industriali, gli insediamenti urbani e le fonti di rumore. Sulla base dei dati e delle informazioni attuali, non si prevedono aumenti significativi dei livelli di rumore o delle problematiche acustiche nell'ambiente considerato.

Nello specifico si osserva che sia i livelli di rumore di emissione che il criterio differenziale vengono rispettati. Sono tuttavia presenti dei superamenti dei limiti assoluti di immissione, attribuibili però alle infrastrutture circostanti già esistenti.

In conclusione, sulla base dei dati e delle analisi condotte, i risultati della modellazione acustica non indicano superamenti nella situazione futura rispetto alla situazione attuale dovuti alle nuove strutture previste.



In allegato

- 1) Allegato 01 - Misure fonometriche
- 2) Allegato 02 - Mappe del rumore elaborate
- 3) Allegato 03 - Tabelle degli esposti e superamenti
- 4) Allegato 04 - Contenuti tecnici

Opera 29/06/2023

IL TECNICO INCARICATO

Sergenti Marco

12 Strumentazione utilizzata

Le catene fonometriche

Per effettuare i rilievi fonometrici è stato utilizzato uno strumento prodotto dalla 01dB modello Duo, strumento in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98, Il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).



L'analizzatore in frequenza 01dB Duo

Le misure sono state eseguite come previsto dalle prescrizioni del D.M. 16/3/98 e, per quegli argomenti non previsti all'interno di tale decreto, ci si è attenuti a norme di buona tecnica.

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine delle sessioni di misura, senza riscontrare, tra il valore iniziale e quello finale, una differenza superiore a 0.5 dB, ed è tarata da un laboratorio di Accredia.

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misura utilizzate.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	12183	06/12/2021	48209-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				06/12/2021	48210-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12037	13/12/2021	48230-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				13/12/2021	48234-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12725	13/01/2023	50260-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				13/01/2023	50261-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	15/09/2022	49693-A	LAT-068

Estremi dei certificati di taratura delle catene fonometriche

Calibrazioni

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
01dB Duo (matr. 12183)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB Duo (matr. 12037)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB Duo (matr. 12725)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB

Differenza tra le calibrazioni iniziali e finali



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 48209-A
Certificate of Calibration LAT 068 48209-A

- data di emissione date of issue	2021-12-06
- cliente customer	L.C.E. SRL 20073 - OPERA (MI)
- destinatario receiver	L.C.E. SRL 20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

- oggetto item	Analizzatore
- costruttore manufacturer	01-dB
- modello model	DUO
- matricola serial number	12183
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2021-09-23
- data delle misure date of measurements	2021-12-06
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



SERGENTI MARCO
10.12.2021
14:52:48 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 6
Page 1 of 6

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 48210-A
Certificate of Calibration LAT 068 48210-A

- data di emissione
date of issue
- cliente
customer
- destinatario
receiver

2021-12-08
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item
- costruttore
manufacturer
- modello
model
- matricola
serial number
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
- data delle misure
date of measurements
- registro di laboratorio
laboratory reference

Filtri 1/3 ottave
01-dB
DUO
12183
2021-09-23
2021-12-08
Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



SERGENTI MARCO
10.12.2021
14:52:50 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 48230-A
Certificate of Calibration LAT 068 48230-A

- data di emissione
date of issue
- cliente
customer
- destinatario
receiver

2021-12-13
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item
- costruttore
manufacturer
- modello
model
- matricola
serial number
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
- data delle misure
date of measurements
- registro di laboratorio
laboratory reference

Analizzatore
01-dB
DUO
12037
2021-09-23
2021-12-13
Reg. 03

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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



SERGENTI MARCO
14.12.2021
16:09:05 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 8
Page 1 of 6

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 48234-A
Certificate of Calibration LAT 068 48234-A

- data di emissione
date of issue
- cliente
customer
- destinatario
receiver

2021-12-13
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item
- costruttore
manufacturer
- modello
model
- matricola
serial number
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
- data delle misure
date of measurements
- registro di laboratorio
laboratory reference

Filtri 1/3 ottave
01-dB
DUO
12037
2021-09-23
2021-12-13
Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



SERGENTI MARCO
14.12.2021
16:09:08 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50260-A
Certificate of Calibration LAT 068 50260-A

- data di emissione
date of issue 2023-01-13
- cliente
customer L.C.E. SRL
- destinatario
receiver 20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a

Referring to
- oggetto
item Analizzatore
- costruttore
manufacturer 01-dB
- modello
model DUO
- matricola
serial number 12725
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2023-01-13
- data delle misure
date of measurements 2023-01-13
- registro di laboratorio
laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI
13.01.2023
14:13:20 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 6
Page 1 of 6

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 50261-A
Certificate of Calibration LAT 068 50261-A

- data di emissione
date of issue
- cliente
customer
- destinatario
receiver

2023-01-13
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item
- costruttore
manufacturer
- modello
model
- matricola
serial number
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
- data delle misure
date of measurements
- registro di laboratorio
laboratory reference

Filtri 1/3 ottave
01-dB
DUO
12725
2023-01-13
2023-01-13
Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI
13.01.2023
14:13:20 UTC



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 4
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49693-A
Certificate of Calibration LAT 068 49693-A

- data di emissione
date of issue
- cliente
customer
- destinatario
receiver

2022-09-15
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)
L.C.E. SRL
20073 - OPERA (MI)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item
- costruttore
manufacturer
- modello
model
- matricola
serial number
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item
- data delle misure
date of measurements
- registro di laboratorio
laboratory reference

Calibratore
Brüel & Kjær
4231
2518174
2022-09-15
2022-09-15
Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



MARCO SERGENTI
19.09.2022
07:45:03 UTC

13 Documentazione del tecnico incaricato delle misure




ENTECA
Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Home
Tecnici Competenti in Acustica
Corsi
Login


Home / Tecnici Competenti in Acustica / Vista

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	2172
Regione	Lombardia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	
Cognome	SERGENTI
Nome	MARCO
Titolo studio	PERITO ELETTRONICO
Estremi provvedimento	N. 556/1998
Luogo nascita	MILANO (MI)
Data nascita	05/05/1959
Codice fiscale	SRGMRC59E05F205D
Regione	Lombardia
Provincia	PV
Comune	Ceranova
Via	VIA PUCCINI
Cap	27010
Civico	15
Nazionalità	ITALIANA
Dati contatto	recapito professionale: Attività professionale svolta in proprio e presso L.C.E. S.r.l Via dei Platani, n. 7/9 - Opera (MI)
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	<i>Costumer/Committente</i> Ferrovie Nord Spa		<i>Project Number/Numero Progetto</i>
	<i>General Project/Progetto Generale</i> Misure fonometriche		<i>Activity/Attività effettuata</i> Misure acustiche esterne
	<i>Date/Data:</i> 20-21/03/2023	<i>Revision/Revisione:</i> 01.00	<i>Location/Località:</i> Saronno (VA)
	<i>Project Manager/Responsabile Progetto:</i> SM		<i>Sheet/Pagina:</i> 1

Misure fonometriche *Saronno (VA)*



 <p>Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)</p>	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto	
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne	
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)	
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 2	

P1 Diurno - Ambientale

Valori acustici principali

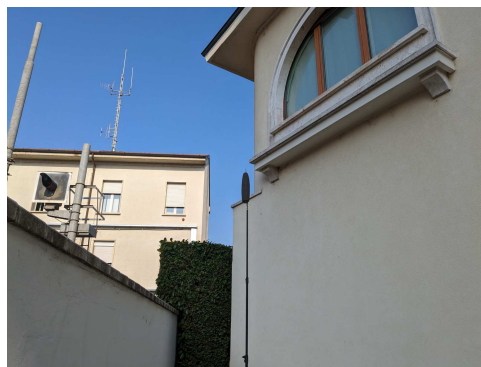
$Leq(A)$: 67.2

$Lmin(A)$: 43.6 dBA $Lmax(A)$: 90.3 dBA

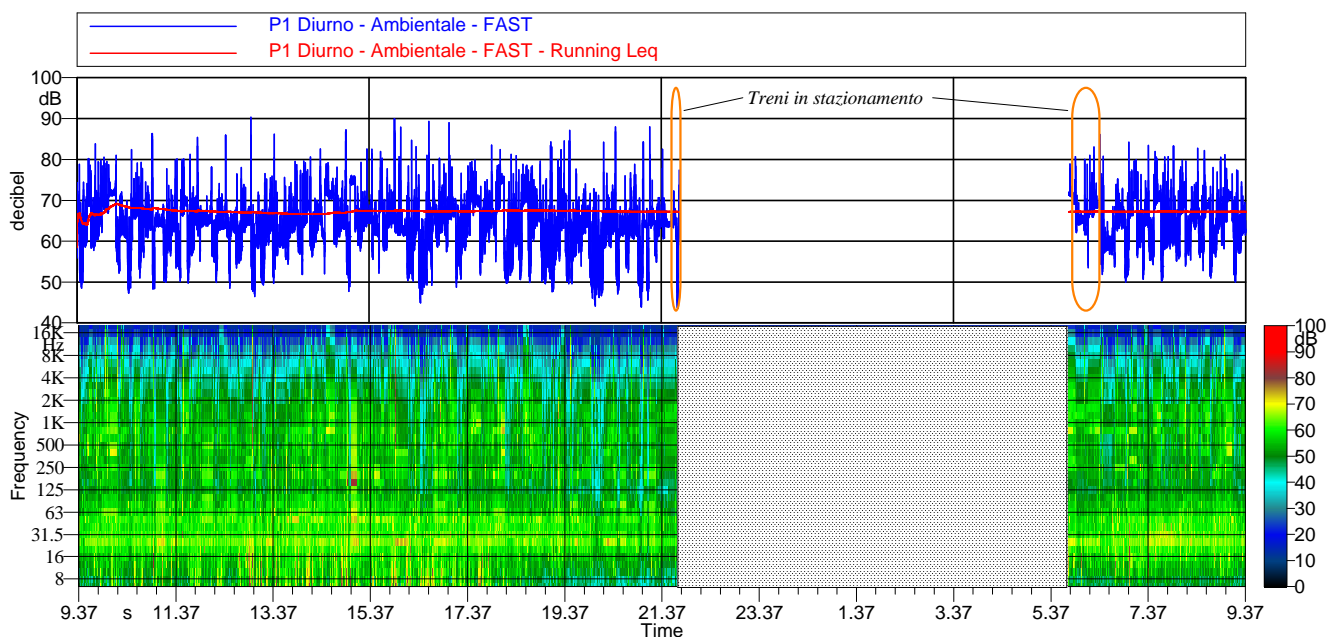
$L01$: 76.2 dBA $L10$: 70.3 dBA

$L50$: 63.9 dBA $L66$: 61.9 dBA

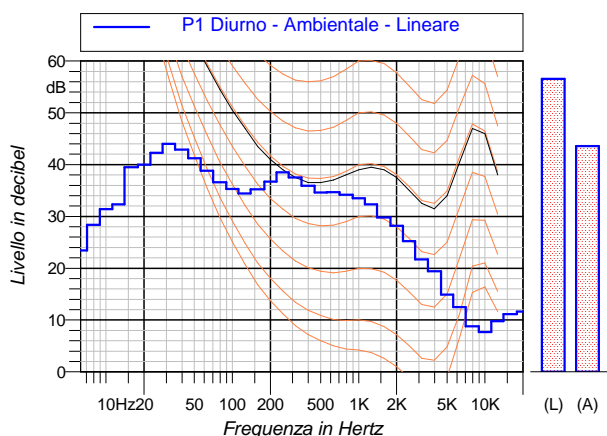
$L90$: 55.6 dBA $L95$: 52.5 dBA



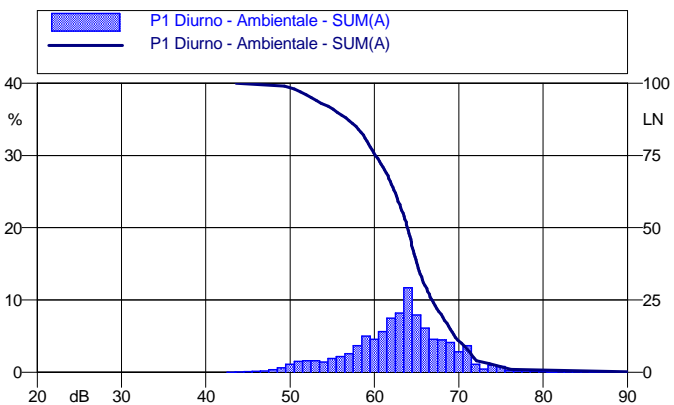
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro




Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 3

P1 Notturmo - Ambientale

Valori acustici principali

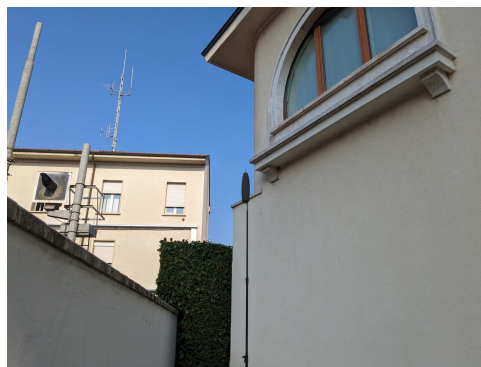
$Leq(A)$: 61.6

$Lmin(A)$: 31.4 dBA $Lmax(A)$: 87.1 dBA

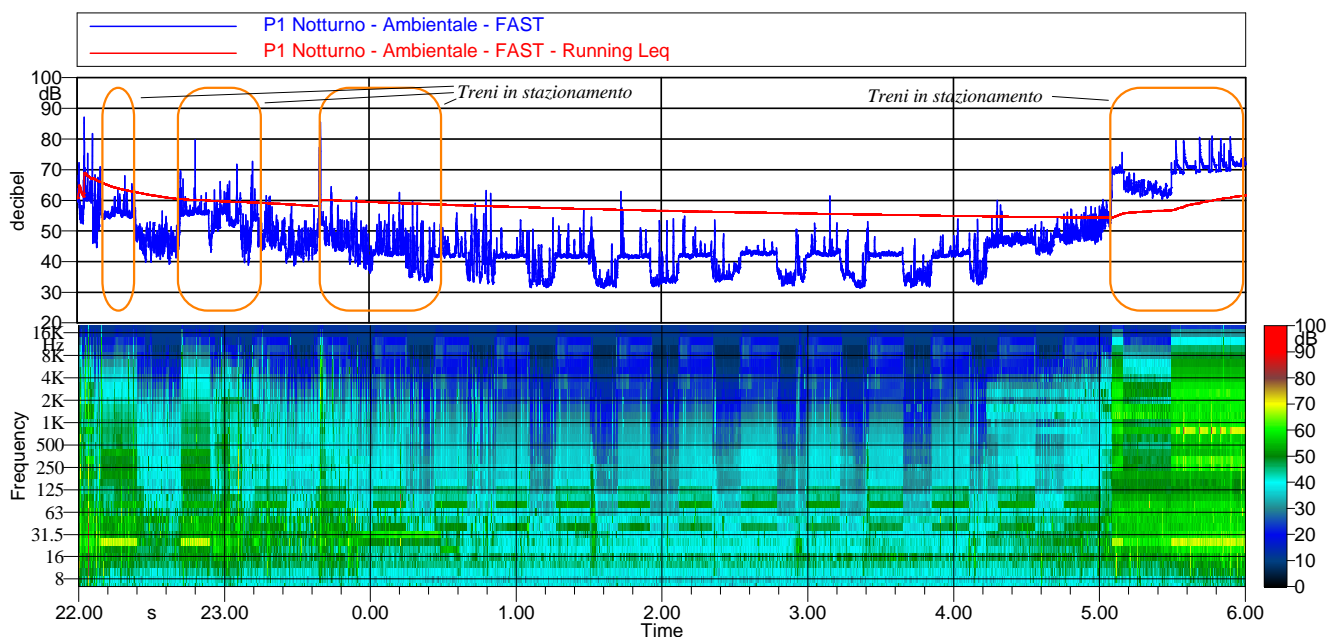
$L01$: 73.1 dBA $L10$: 63.6 dBA

$L50$: 44.2 dBA $L66$: 42.2 dBA

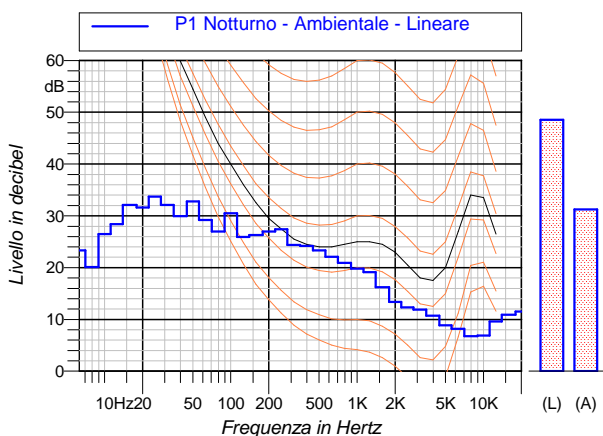
$L90$: 34.8 dBA $L95$: 33.5 dBA



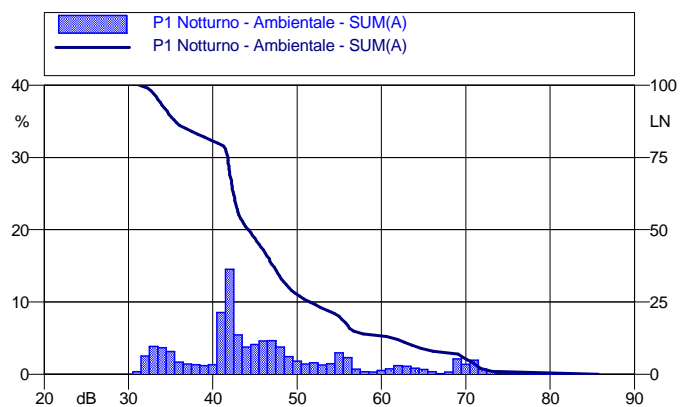
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro




Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 4

P2 Diurno - Ambientale

Valori acustici principali

$Leq(A)$: 65.7

$L_{min}(A)$: 42.3 dBA $L_{max}(A)$: 90.4 dBA

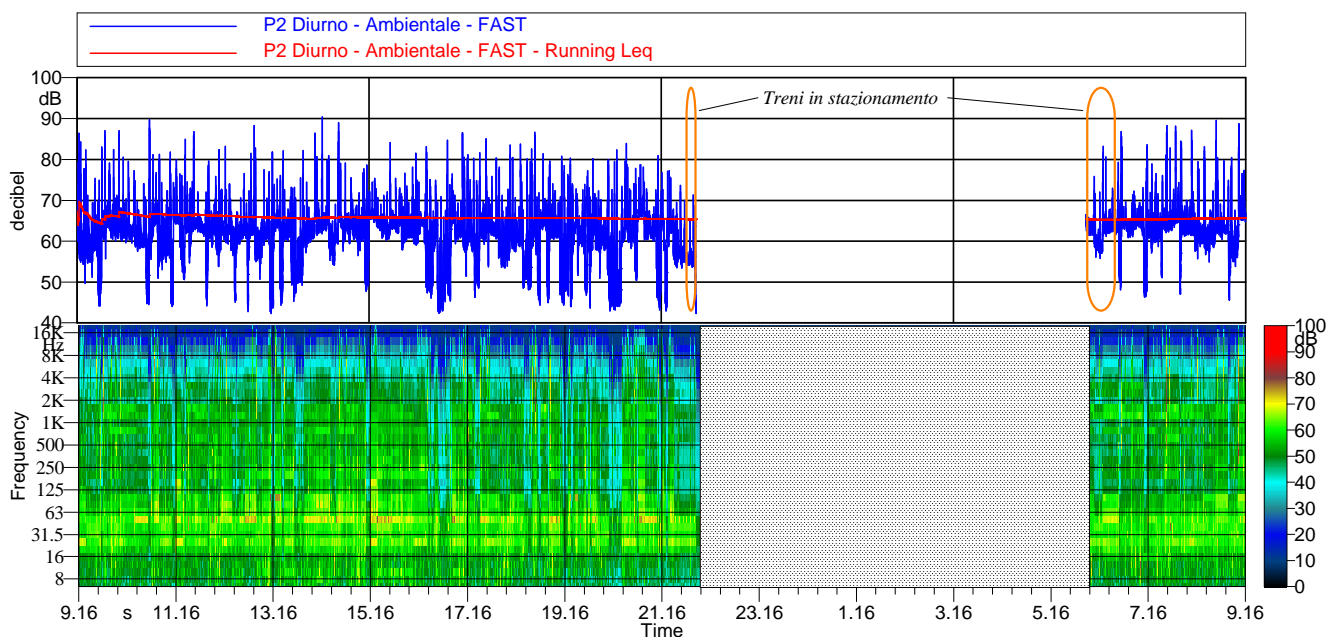
L_{01} : 76.5 dBA L_{10} : 66.5 dBA

L_{50} : 62.4 dBA L_{66} : 60.7 dBA

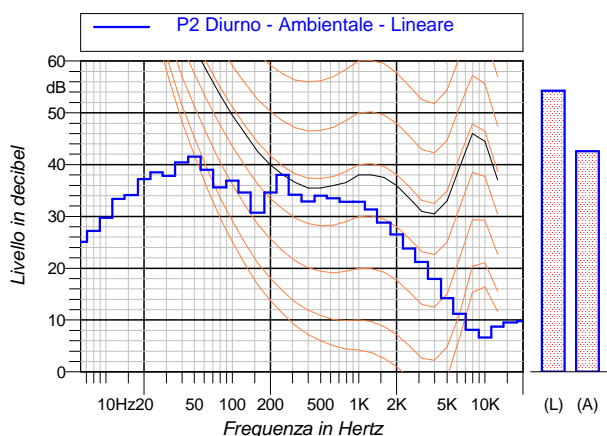
L_{90} : 53.2 dBA L_{95} : 49.1 dBA



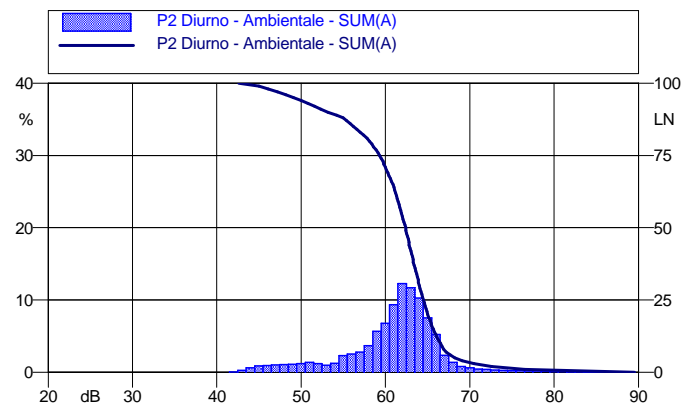
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro




Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 5

P2 Notturmo - Ambientale

Valori acustici principali

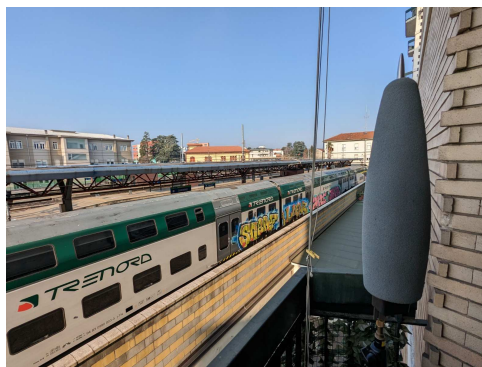
$Leq(A)$: 57.2

$Lmin(A)$: 37.4 dBA $Lmax(A)$: 81.5 dBA

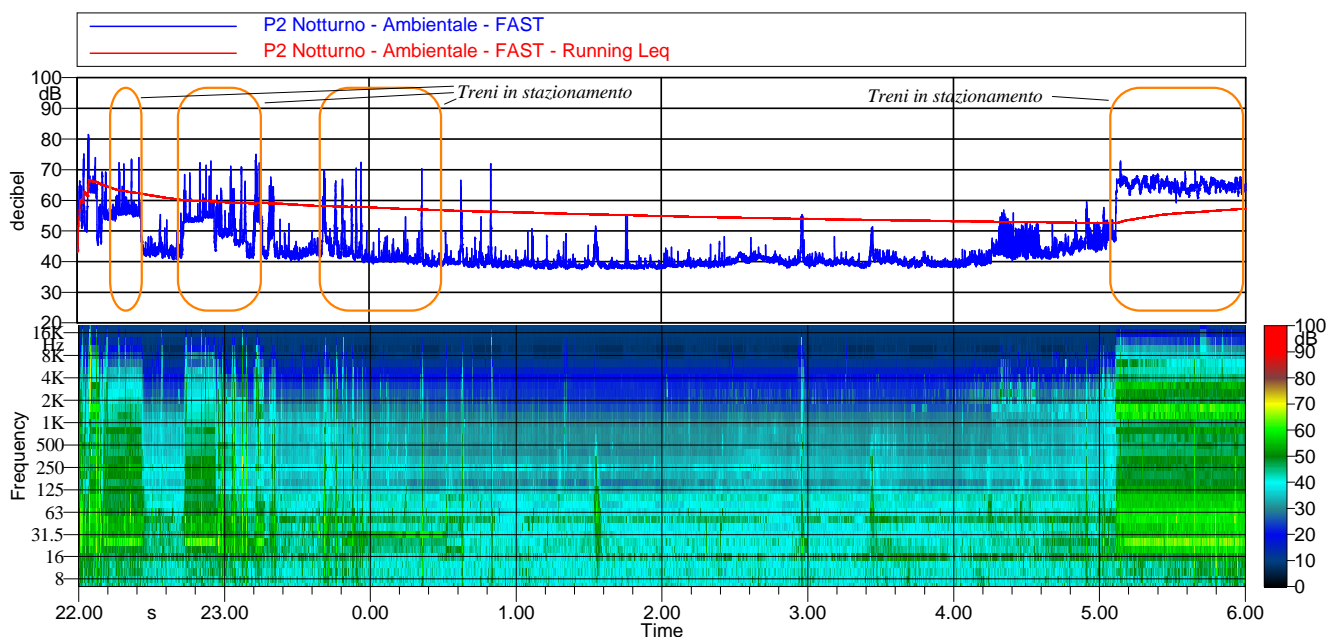
$L01$: 67.3 dBA $L10$: 63.7 dBA

$L50$: 41.6 dBA $L66$: 40.0 dBA

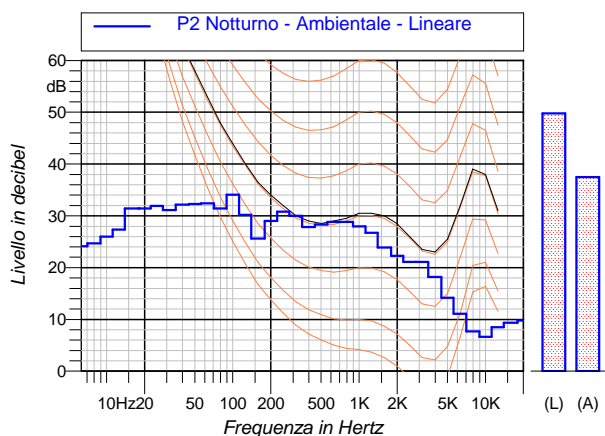
$L90$: 38.7 dBA $L95$: 38.4 dBA



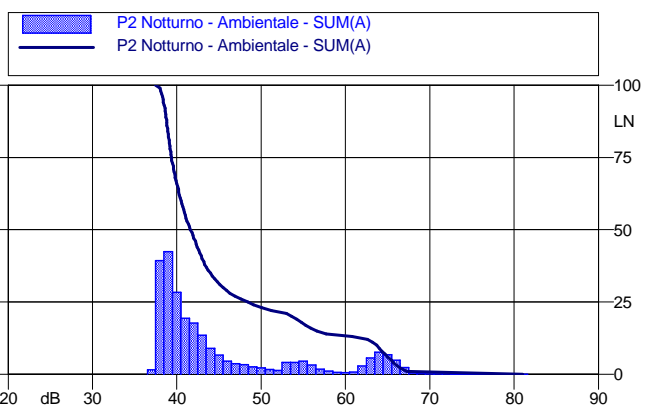
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro




Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 6

P3 Diurno - Ambientale

Valori acustici principali

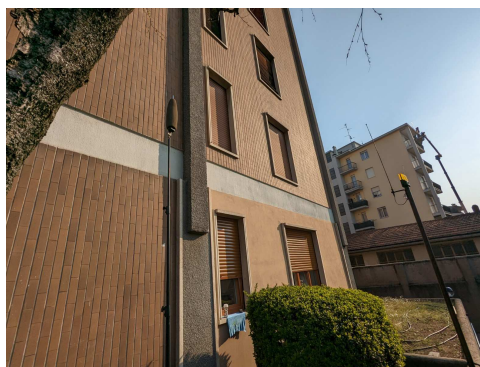
$Leq(A)$: 63.9

$Lmin(A)$: 41.2 dBA $Lmax(A)$: 99.7 dBA

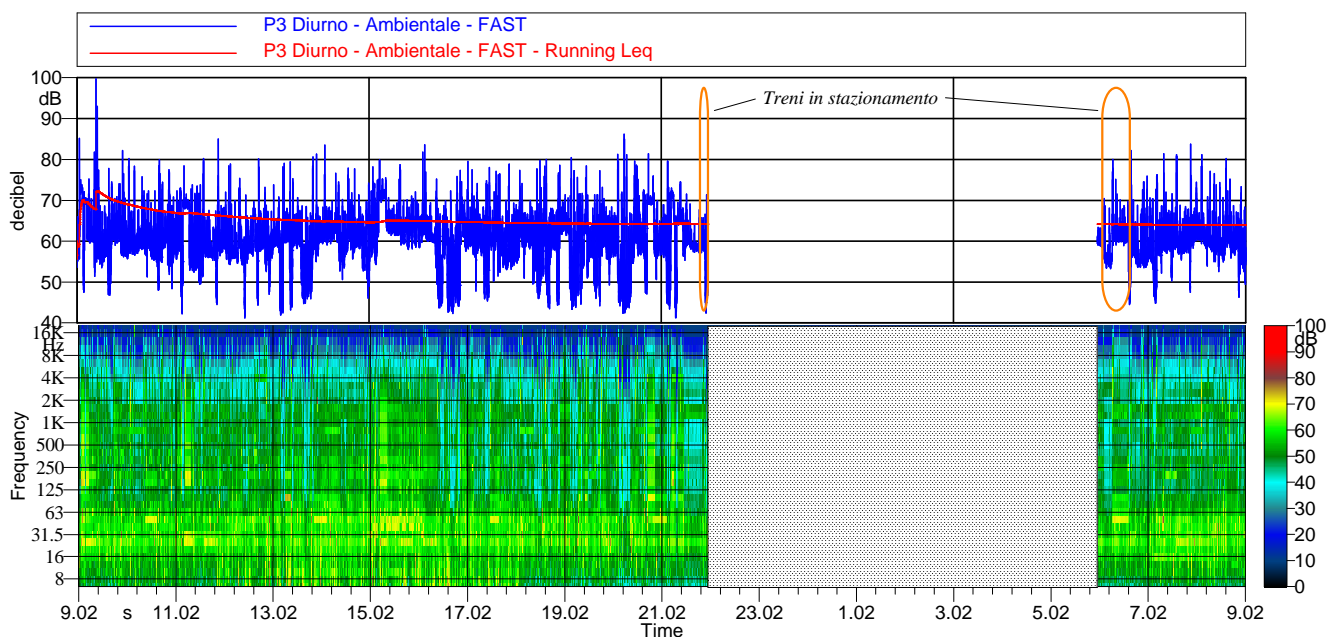
$L01$: 72.9 dBA $L10$: 65.7 dBA

$L50$: 59.9 dBA $L66$: 58.4 dBA

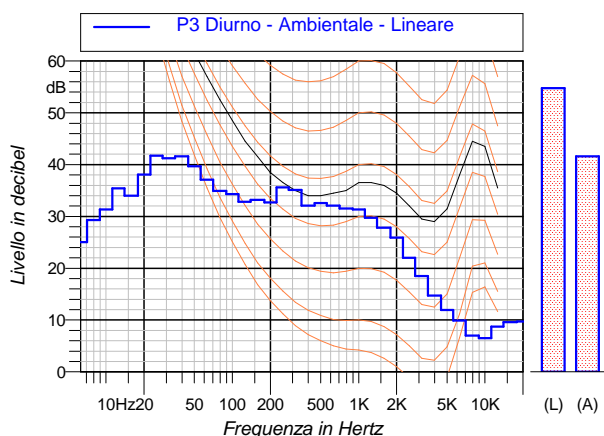
$L90$: 53.3 dBA $L95$: 48.7 dBA



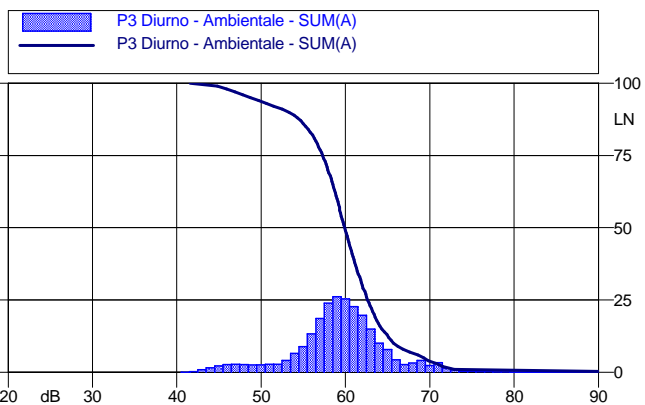
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro




Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



Curve cumulative e distributiva dei livelli sonori



 Ferrovie Nord Piazzale Cadorna 14 Milano (MI)	Costumer/Committente Ferrovie Nord Spa		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale Misure fonometriche		Activity/Attività effettuata Misure acustiche esterne
	Date/Data: 20-21/03/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 7

P3 Notturmo - Ambientale

Valori acustici principali

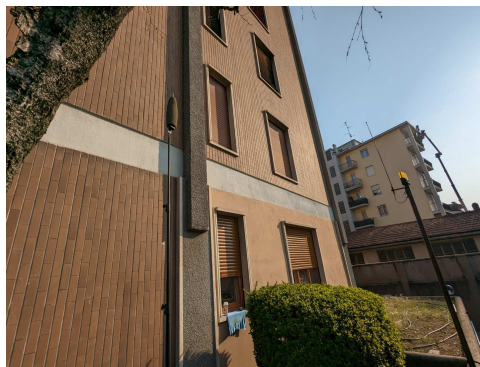
$Leq(A)$: 54.8

$Lmin(A)$: 29.1 dBA $Lmax(A)$: 82.0 dBA

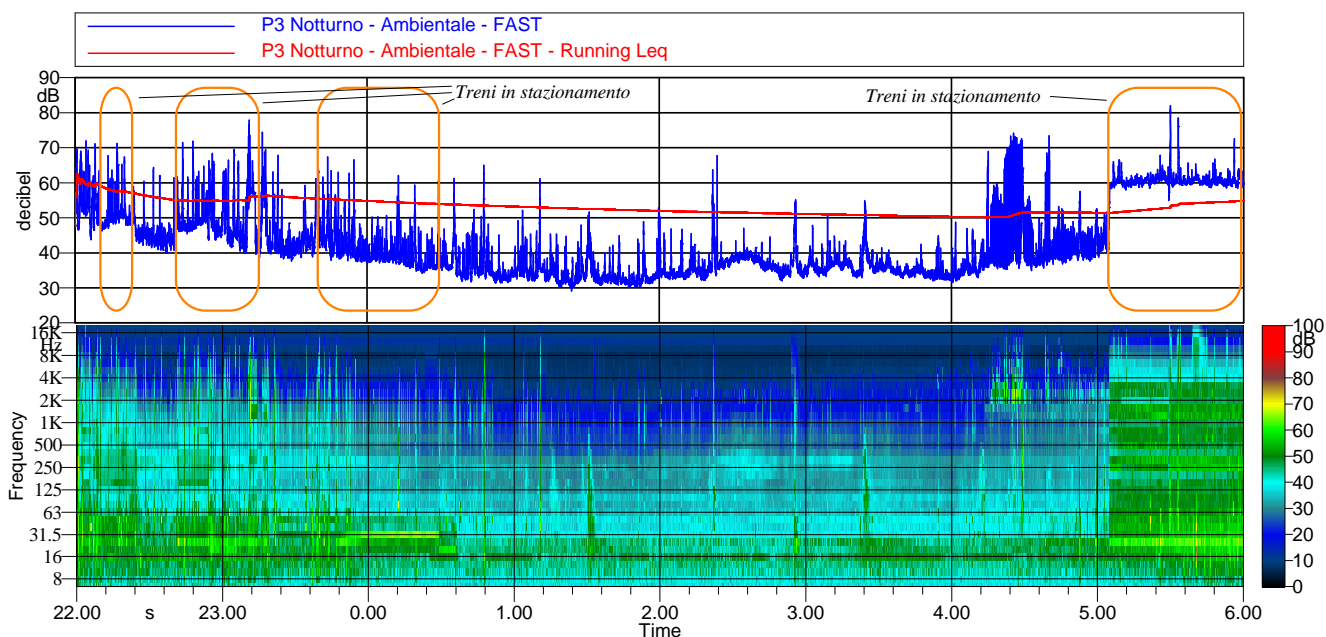
$L01$: 65.3 dBA $L10$: 60.0 dBA

$L50$: 39.3 dBA $L66$: 36.5 dBA

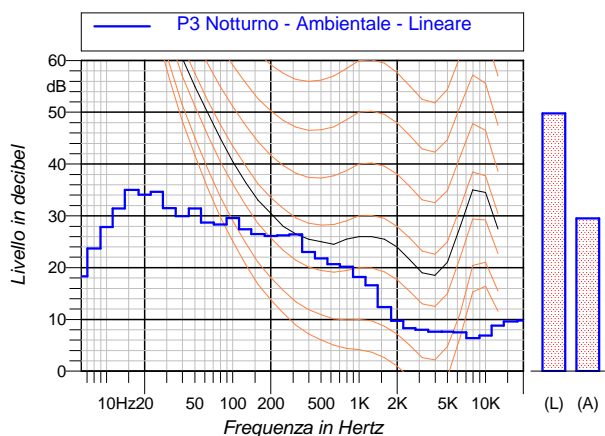
$L90$: 33.3 dBA $L95$: 32.5 dBA



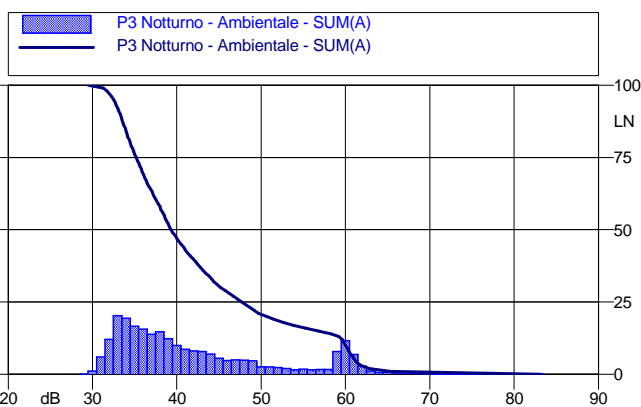
Andamento temporale dei livelli pesati A e dello spettro

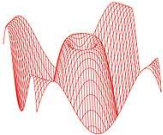


Spettro dei minimi (per ricerca componenti tonali)



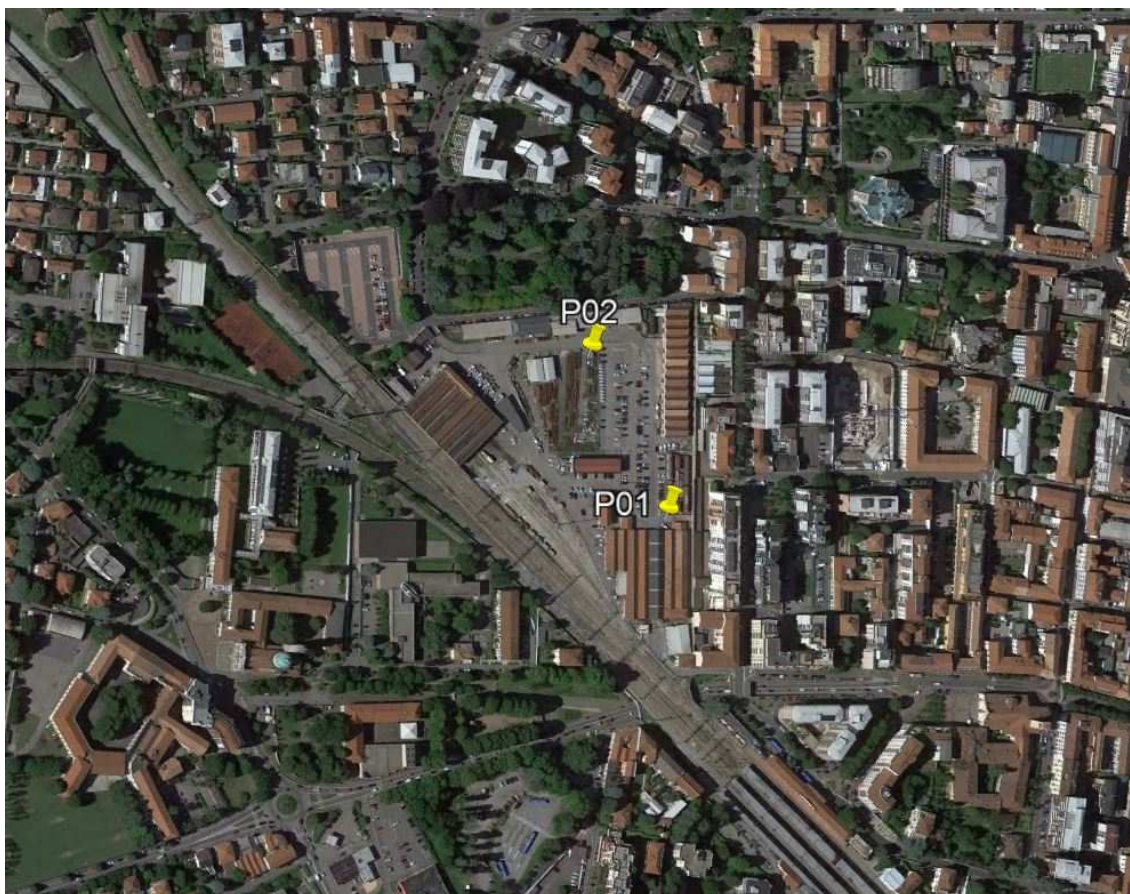
Curve cumulativa e distributiva dei livelli sonori

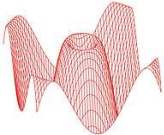


 L.C.E. Srl Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)	Customer/Committente <i>Nord Ing</i>		Project Number/Numero Progetto
	General Project/Progetto Generale <i>Monitoraggio</i>		Activity/Attività effettuata <i>Misure acustiche esterne</i>
	Date/Data: 09-10/05/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 1

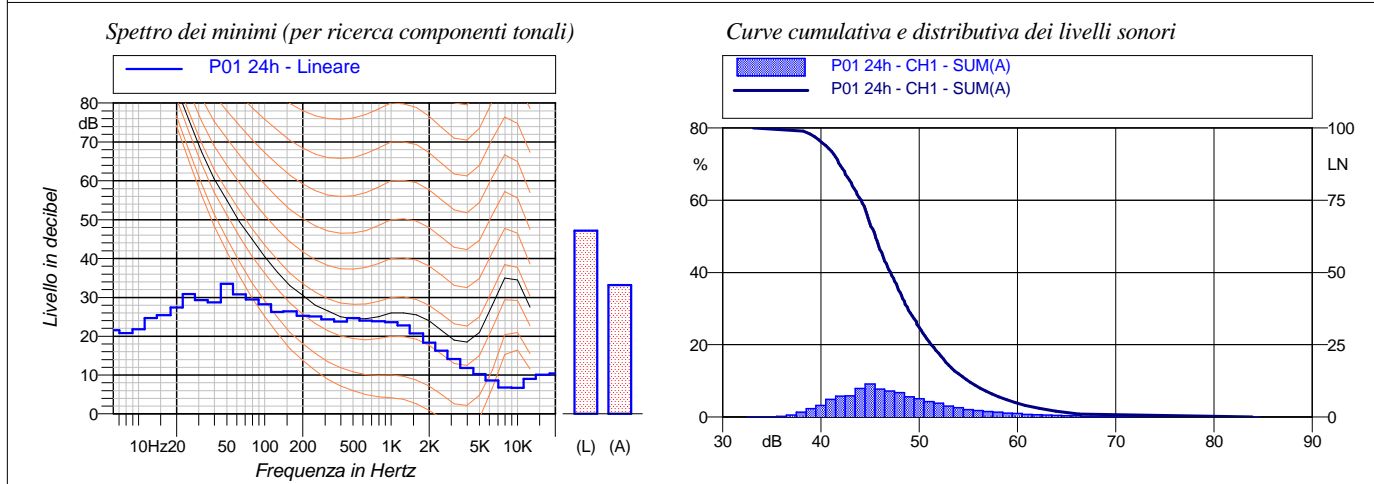
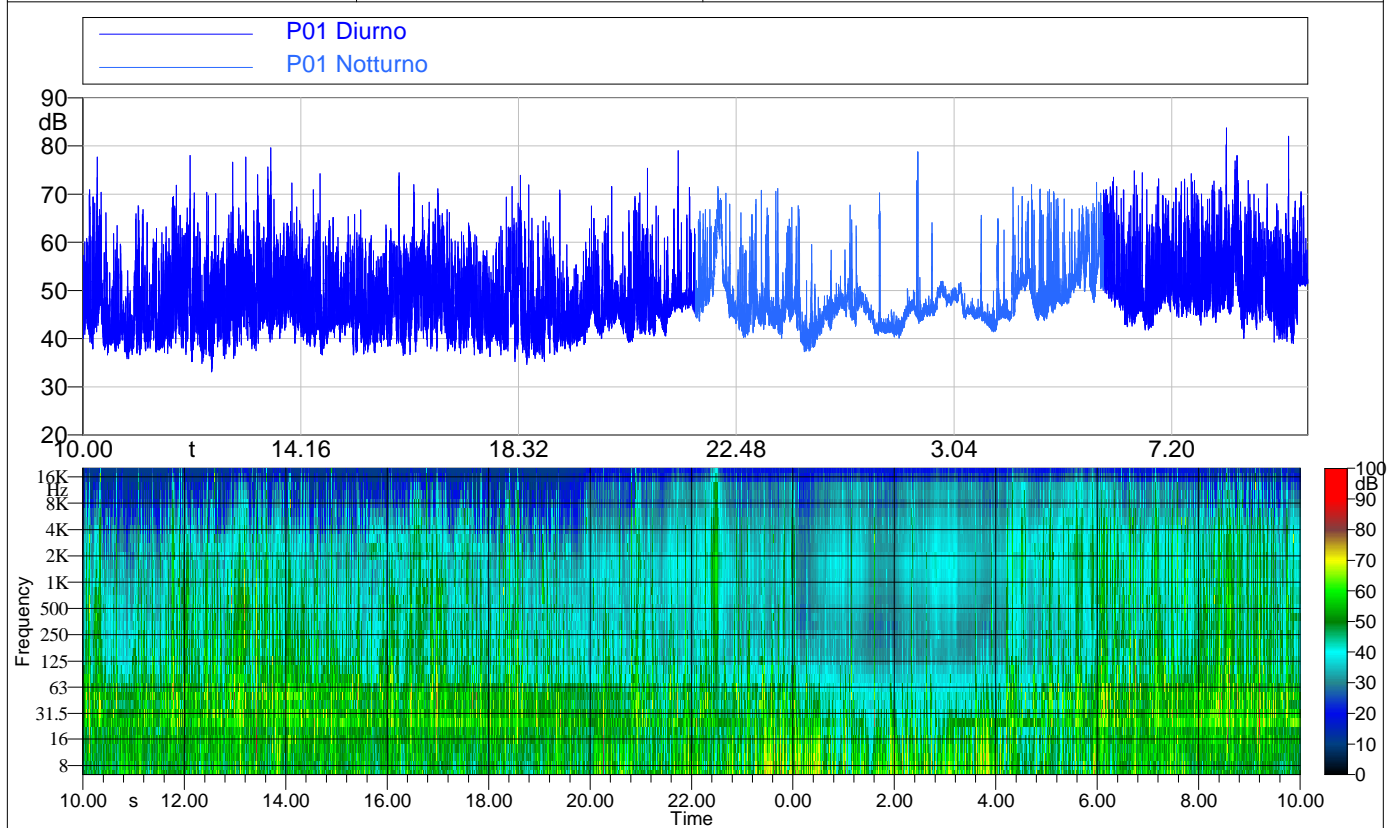
Misure fonometriche

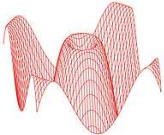
Saronno (VA)




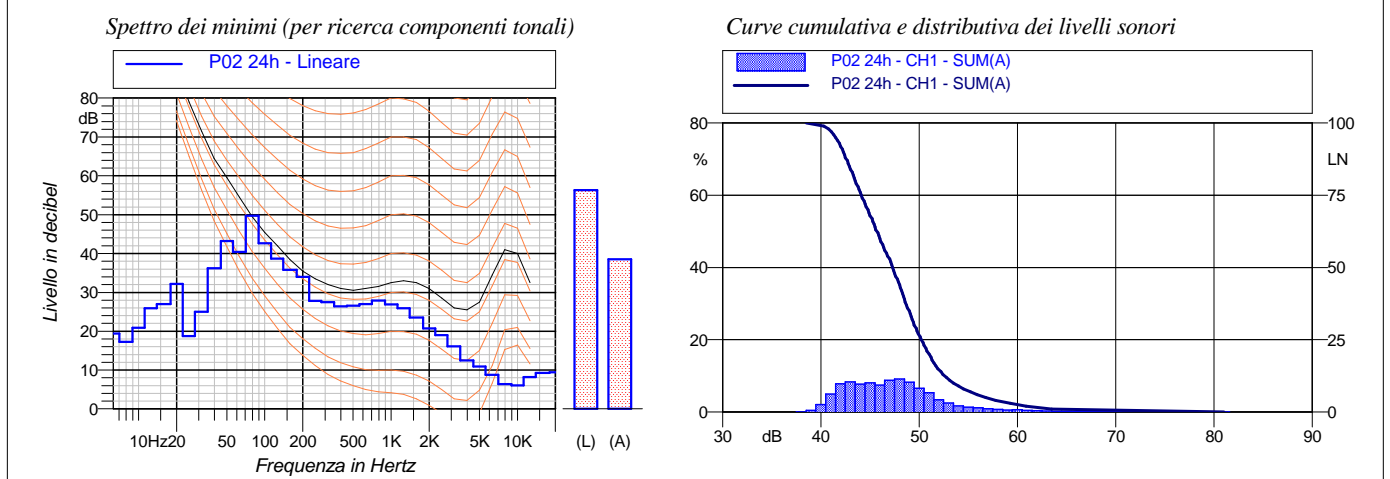
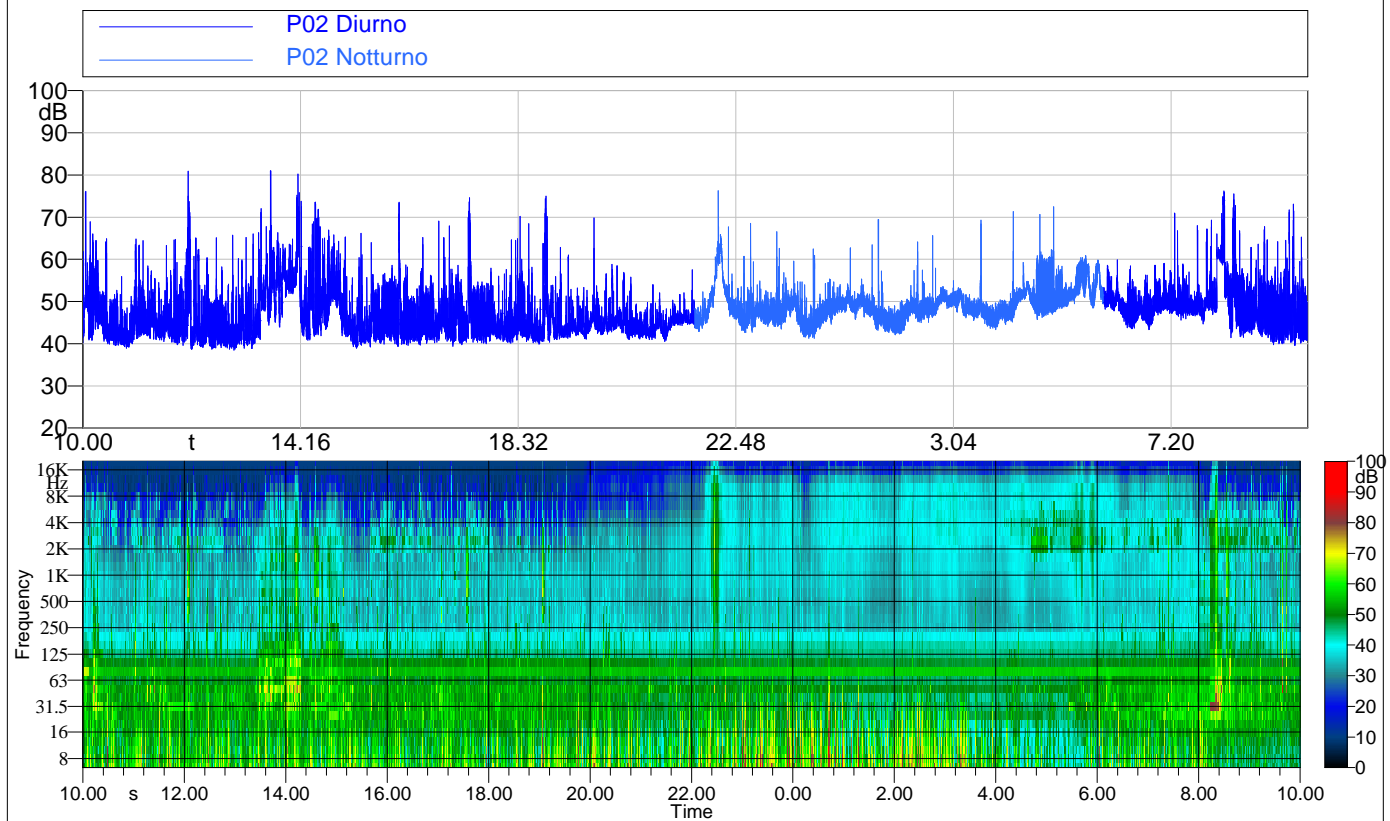
 <p>L.C.E. Srl Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)</p>	Costumer/Committente <i>Nord Ing</i>		Project Number/Numero Progetto	
	General Project/Progetto Generale <i>Monitoraggio</i>		Activity/Attività effettuata <i>Misure acustiche esterne</i>	
	Date/Data: 09-10/05/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)	
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 2	

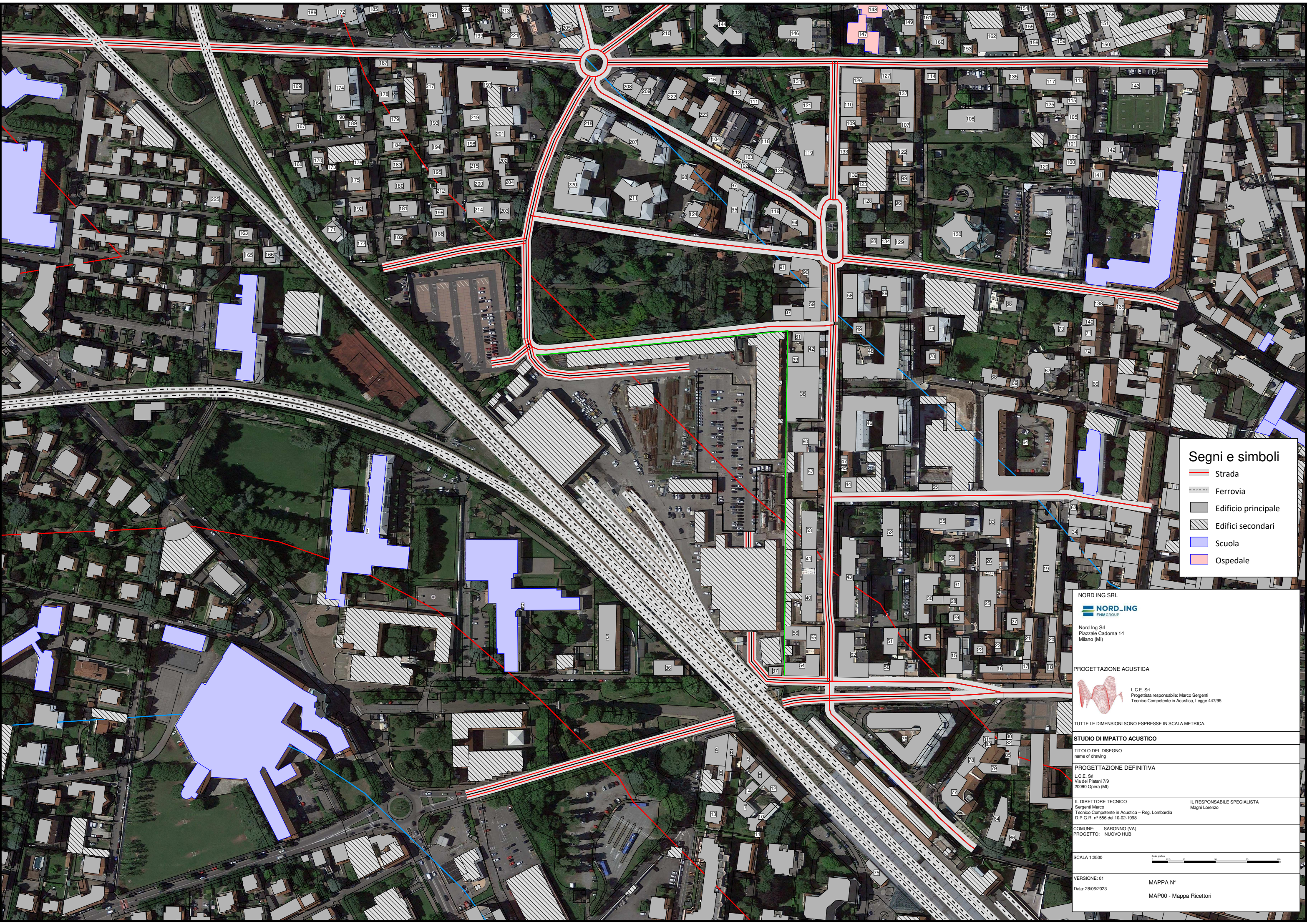
P01 24h		
RUMORE AMBIENTALE		
PERIODO DIURNO	PERIODO NOTTURNO	
LAeq: 54.9 dBA	LAeq: 53.5 dBA	
Lmin: 33.1 dBA	Lmin: 37.3 dBA	
Lmax: 83.7 dBA	Lmax: 78.7 dBA	
LA95: 39.7 dBA	LA95: 41.4 dBA	



 <p>L.C.E. Srl Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)</p>	Costumer/Committente <i>Nord Ing</i>		Project Number/Numero Progetto	
	General Project/Progetto Generale <i>Monitoraggio</i>		Activity/Attività effettuata <i>Misure acustiche esterne</i>	
	Date/Data: 09-10/05/2023	Revision/Revisione: 01.00	Location/Località: Saronno (VA)	
	Project Manager/Responsabile Progetto: SM		Sheet/Pagina: 3	

P02 24h		
RUMORE AMBIENTALE		
PERIODO DIURNO	PERIODO NOTTURNO	
LAeq: 53.5 dBA	LAeq: 51.5 dBA	
Lmin: 38.5 dBA	Lmin: 41.3 dBA	
Lmax: 81.0 dBA	Lmax: 76.3 dBA	
LA95: 41.2 dBA	LA95: 44.2 dBA	





Segni e simboli

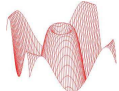
- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL

NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

 L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA


L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica – Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

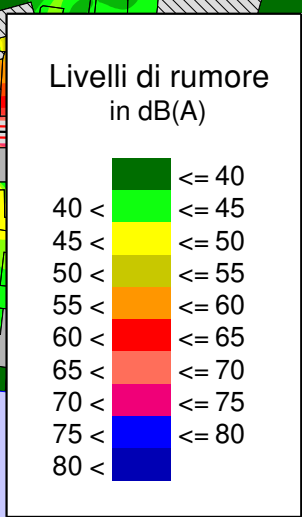
COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500



VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP00 - Mappa Ricettori

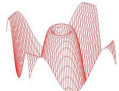


NORD ING SRL

NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

 L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

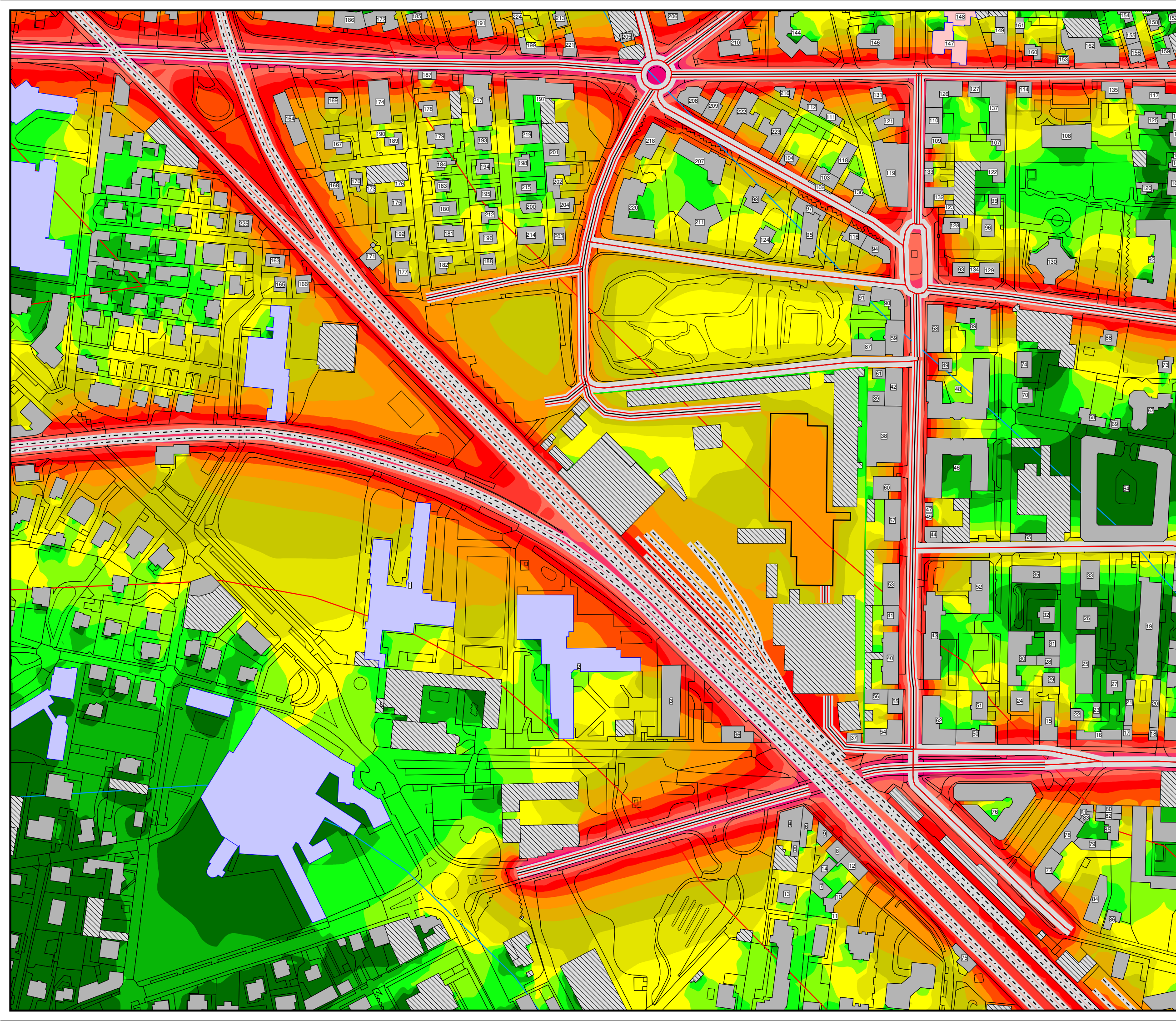
COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

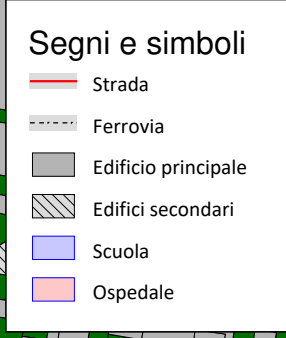
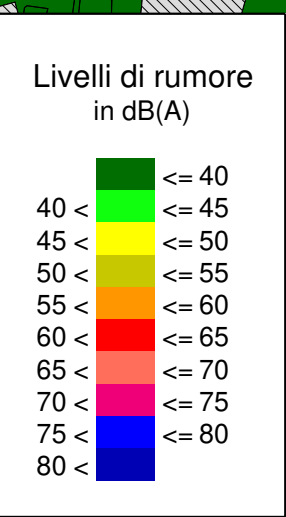
SCALA 1:2500

Scale grafica: 0 10 20 30 40 50

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP01 - Mappa Ambientale Attuale Diurno



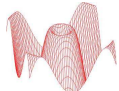


NORD ING SRL

NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

 L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

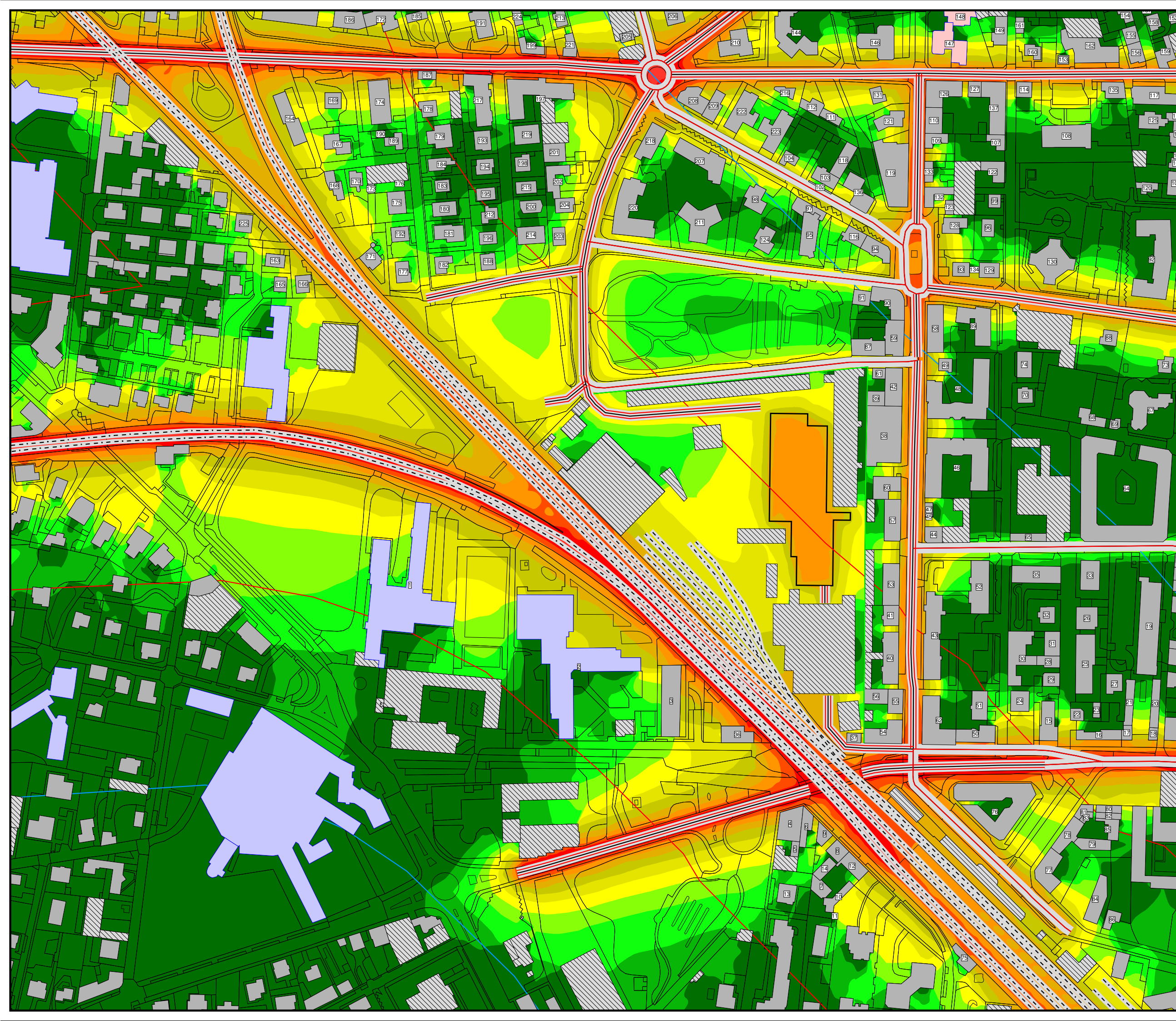
COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500

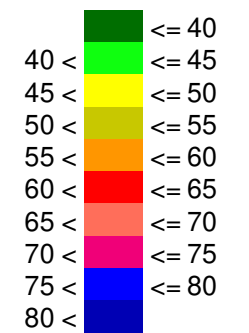
Scala grafica: 0 25 50 75 100

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP02 - Mappa Ambientale Attuale Notturno



Livelli di rumore
in dB(A)



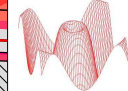
Segni e simboli

- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL
NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA



L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

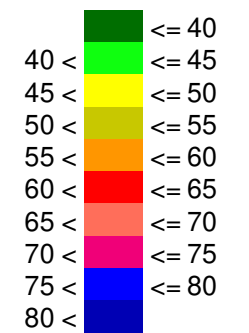
SCALA 1:2500



VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP03 - Mappa Ambientale Futuro Diurno

Livelli di rumore
in dB(A)



Segni e simboli

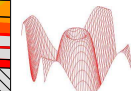
- Strada
- Ferrovia
- Edificio principale
- Edifici secondari
- Scuola
- Ospedale

NORD ING SRL



Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA



L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

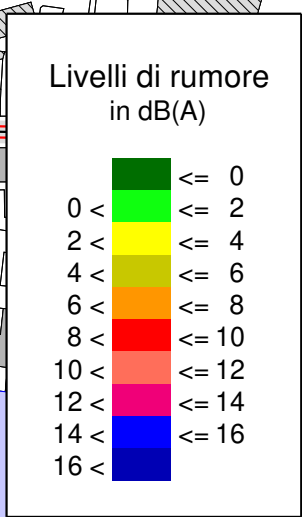
COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500



VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP04 - Mappa Ambientale Futuro Notturno



NORD ING SRL
NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

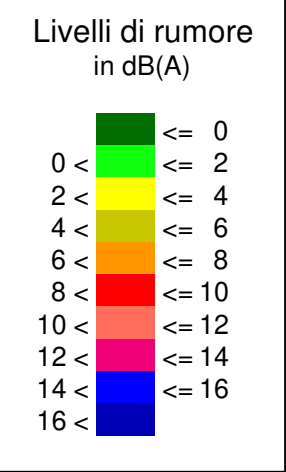
IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP05 - Conflitti Attuale Diurno



NORD ING SRL
Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA
L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO
TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

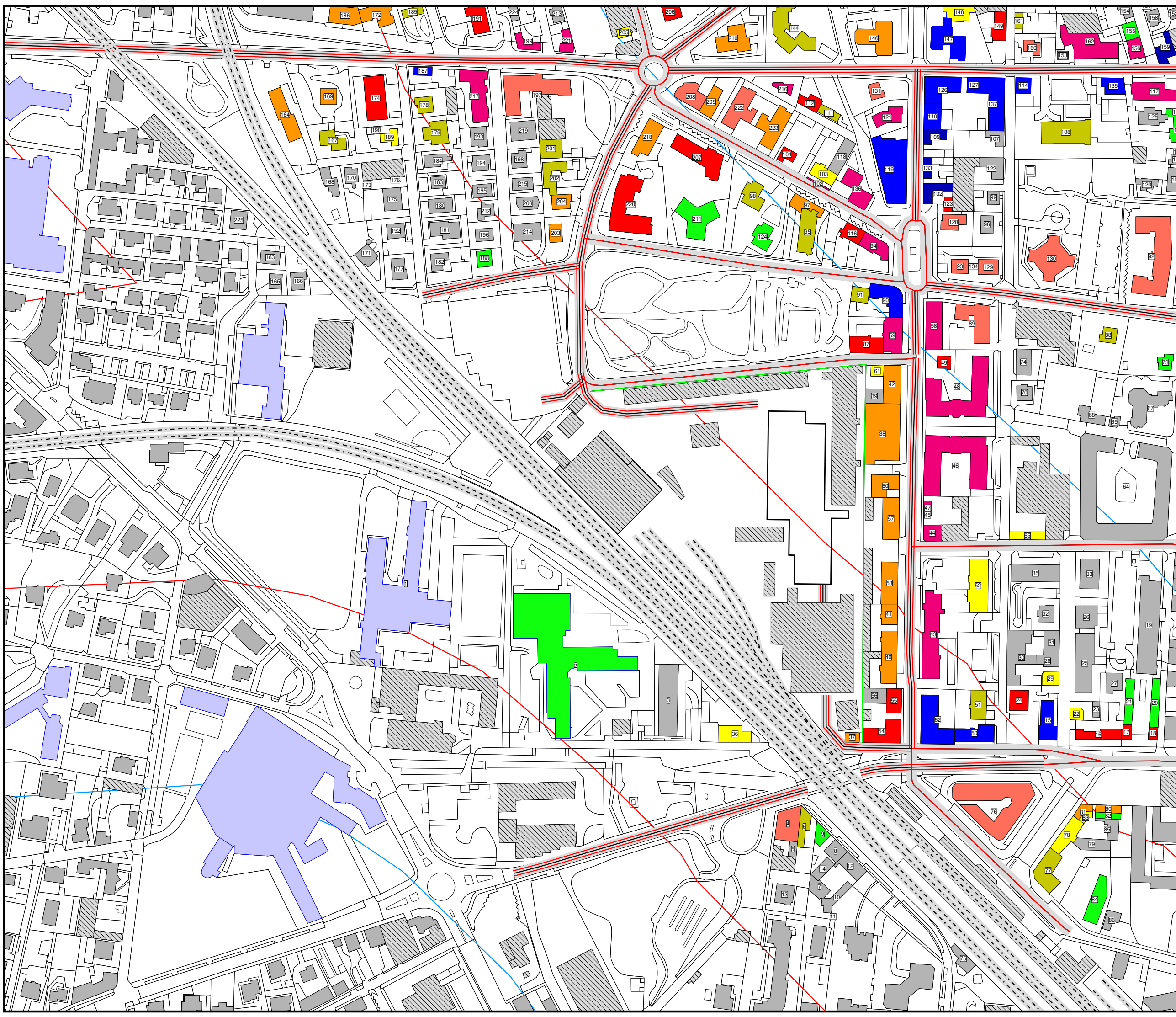
IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

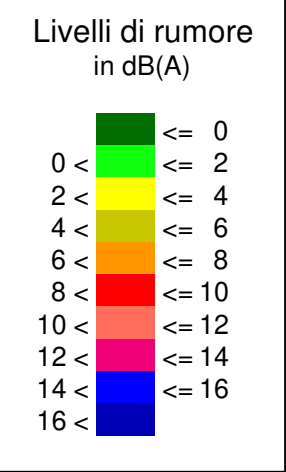
COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP06 - Conflitti Attuale Notturno





NORD ING SRL
Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

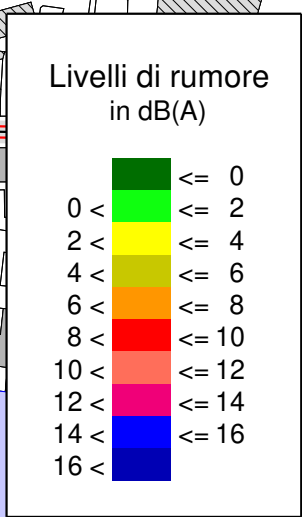
IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP07 - Conflitti Futuro Diurno



NORD ING SRL
NORD-ING
FNM GROUP

Nord Ing Srl
Piazzale Cadorna 14
Milano (MI)

PROGETTAZIONE ACUSTICA

L.C.E. Srl
Progettista responsabile: Marco Sergenti
Tecnico Competente in Acustica, Legge 447/95

TUTTE LE DIMENSIONI SONO ESPRESSE IN SCALA METRICA.

STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

TITOLO DEL DISEGNO
name of drawing

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

L.C.E. Srl
Via dei Platani 7/9
20090 Opera (MI)

IL DIRETTORE TECNICO
Sergenti Marco
Tecnico Competente in Acustica - Reg. Lombardia
D.P.G.R. n° 556 del 10-02-1998

IL RESPONSABILE SPECIALISTA
Magni Lorenzo

COMUNE: SARONNO (VA)
PROGETTO: NUOVO HUB

SCALA 1:2500

VERSIONE: 01
Data: 28/06/2023

MAPPA N°
MAP08 - Conflitti Futuro Notturno

CRITERIO DIFFERENZIALE FUTURO								
N° Edificio	Piano	Classe	Ambientale diurno (dBA)	Ambientale notturno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Differenza Diurno (dBA)	Differenza Notturno (dBA)
1	piano 2	C2	64.5	58.2	64.4	58.2	0.1	0.0
2	piano 2	C2	64.2	57.6	64.1	57.5	0.1	0.1
3	piano 1	C3	66.2	59.7	66.2	59.7	0.0	0.0
4	piano 1	C3	70.2	61.8	70.2	61.8	0.0	0.0
5	piano 2	C3	57.0	48.3	57.0	48.3	0.0	0.0
6	piano 2	C3	68.0	60.6	68.0	60.5	0.0	0.1
7	p. terra	C3	48.6	41.1	48.6	41.1	N.A.	0.0
8	piano 2	C3	66.7	59.9	66.7	59.8	0.0	0.1
9	piano 2	C3	67.0	60.0	66.9	59.9	0.1	0.1
10	piano 1	C3	57.6	50.7	57.6	50.7	0.0	0.0
11	p. terra	C3	56.7	49.9	56.7	49.9	0.0	0.0
12	piano 2	C3	66.5	59.8	66.5	59.7	0.0	0.1
13	piano 2	C3	57.5	48.8	57.5	48.8	0.0	0.0
14	p. terra	C3	50.3	43.4	50.3	43.4	0.0	0.0
15	piano 1	C2	69.0	59.7	69.0	59.7	0.0	0.0
16	piano 1	C3	68.3	59.3	68.3	59.3	0.0	0.0
17	piano 1	C3	68.1	59.1	68.1	59.1	0.0	0.0
18	piano 1	C3	68.0	59.0	68.0	59.0	0.0	0.0
19	piano 3	C3	54.9	46.0	54.9	46.0	0.0	0.0
20	piano 3	C3	60.1	51.1	60.1	51.1	0.0	0.0
21	piano 1	C3	59.6	50.7	59.6	50.7	0.0	0.0
22	piano 1	C3	61.8	52.6	61.8	52.6	0.0	0.0
23	piano 1	C3	52.2	43.1	52.2	43.1	0.0	0.0
24	piano 2	C2	63.6	54.5	63.6	54.5	0.0	0.0
25	piano 5	C3	56.4	47.2	56.4	47.2	0.0	0.0
26	piano 5	C3	48.9	39.9	48.9	N.A.	N.A.	N.A.
27	piano 1	C3	43.1	34.4	43.1	34.4	N.A.	N.A.
28	piano 2	C2	52.9	43.8	52.9	43.8	0.0	0.0
29	piano 2	C2	56.5	47.3	56.5	47.3	0.0	0.0
30	piano 1	C2	53.3	44.2	53.3	44.2	0.0	0.0
31	piano 3	C2	48.6	39.6	48.6	39.6	N.A.	N.A.
32	piano 2	C2	43.5	34.9	43.5	34.9	N.A.	N.A.
33	piano 1	C3	52.1	43.6	52.2	43.8	-0.1	-0.2
34	piano 1	C3	45.2	36.7	45.2	36.8	N.A.	N.A.
35	piano 2	C2	51.5	42.9	51.7	43.2	-0.2	-0.3
36	piano 1	C3	69.0	62.4	69.0	62.4	0.0	0.0
37	piano 1	C3	67.8	59.8	67.2	59.2	0.6	0.6
38	piano 1	C3	66.7	57.3	66.7	57.3	0.0	0.0
39	p. terra	C3	56.8	51.4	56.6	51.2	0.2	0.2
40	piano 1	C3	67.2	57.9	67.2	57.9	0.0	0.0
41	piano 1	C3	67.0	57.7	67.0	57.7	0.0	0.0
42	piano 1	C3	66.7	57.3	66.7	57.3	0.0	0.0
43	piano 1	C2	67.3	58.0	67.3	58.0	0.0	0.0
44	piano 1	C2	67.2	57.9	67.2	57.9	0.0	0.0
45	piano 1	C2	62.9	53.5	62.9	53.6	0.0	-0.1
46	piano 1	C2	67.4	58.1	67.5	58.1	-0.1	0.0
47	piano 1	C2	67.3	58.0	67.3	58.0	0.0	0.0
48	p. terra	C2	68.0	58.6	68.0	58.6	0.0	0.0
49	piano 1	C2	64.0	54.7	64.0	54.8	0.0	-0.1
50	piano 1	C2	69.8	60.5	69.8	60.5	0.0	0.0
51	piano 4	C2	58.7	49.5	58.7	49.5	0.0	0.0
52	piano 2	C2	57.9	48.7	58.0	48.8	-0.1	-0.1
53	piano 1	C3	66.6	57.3	66.6	57.3	0.0	0.0
54	piano 1	C3	69.0	59.7	68.9	59.6	0.1	0.1
55	piano 1	C3	68.3	59.0	68.3	59.0	0.0	0.0
56	piano 3	C3	61.5	54.1	61.1	53.6	0.4	0.5
57	piano 1	C3	66.9	57.5	66.9	57.5	0.0	0.0
58	piano 1	C2	68.3	58.8	68.3	58.8	0.0	0.0
59	piano 1	C2	67.3	57.9	67.3	57.9	0.0	0.0
60	piano 1	C3	66.9	57.6	66.9	57.6	0.0	0.0
61	p. terra	C3	58.8	53.3	59.0	53.4	-0.2	-0.1
62	p. terra	C2	70.8	61.2	70.8	61.1	0.0	0.1
63	p. terra	C3	57.0	48.5	57.0	48.5	0.0	0.0
64	p. terra	C3	56.8	48.3	56.8	48.4	0.0	-0.1
65	p. terra	C2	55.8	47.2	55.8	47.3	0.0	-0.1
66	piano 6	C2	53.1	43.7	53.1	43.7	0.0	0.0
67	piano 5	C3	56.3	46.8	56.3	46.9	0.0	-0.1
68	piano 1	C3	50.5	41.1	50.5	41.1	0.0	0.0
69	piano 1	C3	49.8	40.4	49.8	40.5	N.A.	-0.1
70	piano 1	C3	47.2	37.8	47.2	37.9	N.A.	N.A.
71	piano 1	C2	55.5	46.1	55.5	46.1	0.0	0.0
72	piano 1	C2	50.1	40.7	50.1	40.7	0.0	0.0
73	piano 1	C3	60.6	51.1	60.6	51.1	0.0	0.0
74	piano 5	C3	56.0	46.6	56.0	46.6	0.0	0.0
75	p. terra	C3	66.1	59.8	66.1	59.8	0.0	0.0
76	piano 1	C3	69.6	60.6	69.6	60.6	0.0	0.0
77	piano 1	C3	66.0	56.2	66.0	56.2	0.0	0.0
78	piano 6	C3	83.1	54.0	83.1	54.0	0.0	0.0
79	piano 2	C3	54.0	45.1	54.0	45.1	0.0	0.0
80	piano 3	C3	65.4	56.3	65.4	56.3	0.0	0.0
81	piano 3	C3	65.5	56.4	65.5	56.4	0.0	0.0
82	piano 5	C3	61.0	51.9	61.0	51.9	0.0	0.0
83	piano 5	C3	62.1	53.0	62.1	53.0	0.0	0.0
84	piano 2	C3	61.8	52.4	61.8	52.4	0.0	0.0
85	piano 3	C3	56.9	48.0	56.9	48.0	0.0	0.0
86	piano 1	C3	56.1	47.6	56.1	47.6	0.0	0.0
87	p. terra	C2	58.2	53.0	58.4	53.0	-0.2	0.0
88	piano 1	C3	64.3	54.9	64.3	54.9	0.0	0.0
89	piano 1	C2	66.4	57.0	66.4	57.0	0.0	0.0
90	piano 1	C2	68.5	59.0	68.5	59.0	0.0	0.0
91	piano 1	C2	58.5	49.5	58.6	49.6	-0.1	-0.1
92	piano 1	C2	64.9	55.5	64.9	55.5	0.0	0.0

93	p. terra	C2	65.8	56.3	65.8	56.3	0.0	0.0
94	piano 1	C2	67.5	58.1	67.5	58.1	0.0	0.0
95	piano 2	C2	60.3	50.9	60.3	50.9	0.0	0.0
96	p. terra	C2	52.5	43.1	52.5	43.1	0.0	0.0
97	p. terra	C2	61.1	51.8	61.2	51.8	-0.1	0.0
98	piano 2	C2	59.4	50.1	59.4	50.1	0.0	0.0
99	piano 1	C2	51.9	42.5	51.9	42.5	0.0	0.0
100	piano 1	C2	46.8	37.3	46.8	37.3	N.A.	N.A.
101	piano 1	C2	48.9	39.4	48.9	39.4	N.A.	N.A.
102	p. terra	C2	66.4	57.0	66.4	57.0	0.0	0.0
103	piano 1	C2	58.0	48.6	58.0	48.7	0.0	-0.1
104	p. terra	C2	63.9	54.5	63.9	54.5	0.0	0.0
105	piano 2	C2	55.3	45.7	55.3	45.7	0.0	0.0
106	piano 2	C2	50.6	41.1	50.6	41.1	0.0	0.0
107	piano 1	C2	52.8	43.2	52.8	43.3	0.0	-0.1
108	piano 3	C2	59.3	49.7	59.3	49.7	0.0	0.0
109	p. terra	C2	70.5	61.1	70.5	61.1	0.0	0.0
110	p. terra	C2	70.4	60.9	70.4	60.9	0.0	0.0
111	piano 1	C2	60.2	50.6	60.2	50.7	0.0	-0.1
112	piano 1	C2	63.0	53.5	63.0	53.5	0.0	0.0
113	p. terra	C2	69.1	59.5	69.1	59.5	0.0	0.0
114	p. terra	C2	70.3	60.7	70.3	60.7	0.0	0.0
115	piano 2	C2	56.3	46.7	56.3	46.7	0.0	0.0
116	piano 1	C2	62.9	53.5	62.9	53.5	0.0	0.0
117	piano 1	C2	67.3	57.7	67.3	57.7	0.0	0.0
118	p. terra	C2	50.5	41.1	50.6	41.1	-0.1	0.0
119	p. terra	C2	69.1	59.7	69.1	59.7	0.0	0.0
120	piano 1	C2	48.7	39.3	48.7	39.4	N.A.	N.A.
121	piano 1	C2	67.2	57.7	67.2	57.7	0.0	0.0
122	piano 1	C2	49.7	40.1	49.7	40.2	N.A.	-0.1
123	piano 1	C2	63.2	53.7	63.2	53.8	0.0	-0.1
124	piano 2	C2	53.8	44.5	54.4	46.7	-0.6	-2.2
125	piano 4	C2	54.2	44.6	54.2	44.7	0.0	-0.1
126	p. terra	C2	70.5	60.9	70.5	60.9	0.0	0.0
127	p. terra	C2	70.3	60.7	70.3	60.7	0.0	0.0
128	piano 1	C2	66.4	56.9	66.4	56.9	0.0	0.0
129	piano 1	C2	65.9	56.4	65.9	56.4	0.0	0.0
130	piano 1	C2	65.5	56.1	65.5	56.1	0.0	0.0
131	piano 1	C2	66.6	57.0	66.6	57.0	0.0	0.0
132	p. terra	C2	70.5	61.0	70.5	61.0	0.0	0.0
133	p. terra	C2	70.7	61.2	70.7	61.2	0.0	0.0
134	p. terra	C2	62.8	53.4	62.8	53.4	0.0	0.0
135	p. terra	C2	69.9	60.3	69.9	60.3	0.0	0.0
136	p. terra	C2	66.6	57.2	66.6	57.2	0.0	0.0
137	p. terra	C2	70.2	60.6	70.2	60.6	0.0	0.0
138	p. terra	C2	73.3	63.8	73.3	63.8	0.0	0.0
139	p. terra	C2	73.3	63.8	73.3	63.8	0.0	0.0
140	piano 2	C2	58.2	48.7	58.2	48.7	0.0	0.0
141	piano 1	C2	46.3	36.8	46.3	36.8	N.A.	N.A.
142	piano 4	C2	53.1	43.5	53.1	43.5	0.0	0.0
143	piano 1	C2	65.8	56.2	65.8	56.2	0.0	0.0
144	p. terra	C3	64.2	54.6	64.2	54.6	0.0	0.0
145	piano 1	C3	53.8	44.3	53.8	44.4	0.0	-0.1
146	piano 1	C3	67.2	57.6	67.2	57.6	0.0	0.0
147	p. terra	C2	69.5	59.9	69.5	59.9	0.0	0.0
148	piano 2	C2	57.6	48.0	57.6	48.0	0.0	0.0
149	piano 1	C2	63.4	53.8	63.4	53.8	0.0	0.0
150	p. terra	C2	67.6	58.0	67.6	58.0	0.0	0.0
151	piano 1	C2	54.0	44.4	54.0	44.4	0.0	0.0
152	piano 1	C2	48.7	39.2	48.7	39.2	N.A.	N.A.
153	p. terra	C2	68.1	58.5	68.1	58.5	0.0	0.0
154	piano 1	C2	47.8	38.3	47.8	38.3	N.A.	N.A.
155	piano 1	C2	55.6	46.0	55.6	46.0	0.0	0.0
156	p. terra	C2	67.7	58.1	67.7	58.1	0.0	0.0
157	piano 1	C2	49.0	39.4	49.0	39.4	N.A.	N.A.
158	piano 1	C2	54.2	44.6	54.2	44.6	0.0	0.0
159	p. terra	C2	72.3	62.7	72.3	62.7	0.0	0.0
160	piano 1	C2	66.3	56.7	66.3	56.7	0.0	0.0
161	piano 1	C2	59.4	49.8	59.4	49.8	0.0	0.0
162	piano 1	C2	67.9	58.3	67.9	58.3	0.0	0.0
163	piano 2	C3	62.9	54.9	62.9	54.9	0.0	0.0
164	piano 1	C3	66.0	57.2	66.0	57.2	0.0	0.0
165	piano 1	C2	58.7	50.7	58.7	50.7	0.0	0.0
166	piano 1	C3	64.1	56.1	64.1	56.1	0.0	0.0
167	piano 1	C2	59.5	51.2	59.5	51.2	0.0	0.0
168	p. terra	C3	59.8	51.9	59.8	51.9	0.0	0.0
169	piano 2	C3	66.3	57.4	66.3	57.4	0.0	0.0
170	p. terra	C2	55.0	47.2	55.1	47.2	-0.1	0.0
171	piano 1	C3	65.0	57.0	65.0	57.0	0.0	0.0
172	piano 3	C3	66.4	57.5	66.4	57.5	0.0	0.0
173	p. terra	C2	54.5	46.8	54.5	46.8	0.0	0.0
174	piano 1	C3	69.0	60.0	69.0	60.0	0.0	0.0
175	piano 4	C2	58.9	50.9	58.9	50.9	0.0	0.0
176	p. terra	C2	51.9	44.0	51.9	44.0	0.0	0.0
177	p. terra	C3	59.3	51.6	59.3	51.6	0.0	0.0
178	piano 2	C3	63.1	54.1	63.1	54.1	0.0	0.0
179	piano 5	C2	59.3	50.4	59.3	50.4	0.0	0.0
180	piano 1	C2	52.1	44.5	52.1	44.5	0.0	0.0
181	p. terra	C2	51.6	44.2	51.7	44.3	-0.1	-0.1
182	piano 1	C2	57.9	50.1	57.9	50.1	0.0	0.0
183	piano 1	C2	51.4	43.6	51.4	43.6	0.0	0.0
184	piano 1	C2	52.9	44.8	53.0	44.8	-0.1	0.0
185	piano 1	C3	64.7	55.8	64.7	55.8	0.0	0.0
186	piano 2	C3	66.3	57.4	66.3	57.4	0.0	0.0
187	p. terra	C3	74.0	65.1	74.0	65.1	0.0	0.0

188	piano 1	C2	57.7	49.7	57.7	49.8	0.0	-0.1
189	piano 1	C2	57.0	48.1	57.0	48.1	0.0	0.0
190	p. terra	C2	50.6	42.2	50.6	42.2	0.0	0.0
191	piano 2	C3	67.5	58.5	67.5	58.5	0.0	0.0
192	piano 1	C2	55.7	47.9	55.7	47.9	0.0	0.0
193	piano 2	C2	53.8	45.2	53.9	45.3	-0.1	-0.1
194	p. terra	C2	47.0	39.1	47.3	39.5	N.A.	N.A.
195	piano 1	C2	49.4	41.7	49.6	42.0	N.A.	-0.3
196	piano 1	C2	52.7	45.2	52.7	45.2	0.0	0.0
197	piano 1	C3	70.7	61.7	70.7	61.7	0.0	0.0
198	piano 1	C2	49.7	41.8	49.8	42.0	N.A.	-0.2
199	p. terra	C3	71.8	62.8	71.8	62.8	0.0	0.0
200	piano 1	C2	51.8	44.9	52.2	45.2	-0.4	-0.3
201	piano 1	C2	58.6	50.6	58.6	50.6	0.0	0.0
202	piano 1	C2	58.5	50.9	58.5	50.9	0.0	0.0
203	piano 1	C2	58.5	51.7	58.6	51.8	-0.1	-0.1
204	piano 2	C2	59.9	52.6	59.9	52.6	0.0	0.0
205	piano 1	C3	61.3	52.6	61.3	52.6	0.0	0.0
206	piano 2	C3	66.5	58.1	66.5	58.1	0.0	0.0
207	piano 2	C2	62.6	53.5	62.6	53.5	0.0	0.0
208	piano 1	C3	70.2	61.2	70.2	61.2	0.0	0.0
209	piano 1	C3	66.2	56.9	66.2	56.9	0.0	0.0
210	p. terra	C3	65.4	57.4	65.4	57.4	0.0	0.0
211	piano 2	C2	54.9	47.1	55.3	47.5	-0.4	-0.4
212	piano 1	C2	50.8	43.4	50.8	43.4	0.0	0.0
213	p. terra	C3	58.0	49.0	58.0	49.0	0.0	0.0
214	p. terra	C2	53.3	45.9	53.5	46.2	-0.2	-0.3
215	piano 2	C2	51.0	43.5	51.3	43.7	-0.3	-0.2
216	piano 1	C2	67.0	57.5	67.0	57.5	0.0	0.0
217	p. terra	C3	71.8	62.8	71.8	62.8	0.0	0.0
218	piano 2	C2	65.8	57.0	65.8	57.0	0.0	0.0
219	piano 1	C2	52.2	43.7	52.3	43.9	-0.1	-0.2
220	piano 2	C2	61.0	53.7	61.0	53.7	0.0	0.0
221	p. terra	C3	72.7	63.7	72.7	63.7	0.0	0.0
222	piano 1	C2	65.5	56.0	65.5	56.0	0.0	0.0
223	piano 1	C2	61.4	52.1	61.4	52.1	0.0	0.0
224	p. terra	C3	58.5	49.6	58.5	49.6	0.0	0.0
225	piano 1	C3	63.3	55.1	63.3	55.1	0.0	0.0

LIVELLI DI IMMISSIONE ATTUALI (PIANO PIU' ESPOSTO)

Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Piano	Classe	Lim. Diurno	Lim. Notturno	Leq Diurno	Leq Notturno
1	501990.605	5052697.118	piano 2	C2	55	45	41.3	35.6
2	502135.242	5052586.319	piano 2	C2	55	45	55.1	46.2
3	502171.122	5052579.036	piano 1	C3	60	50	57.8	48.9
4	502258.472	5052474.376	piano 1	C3	60	50	69.5	60.5
5	502257.223	5052444.796	piano 2	C3	60	50	56.8	47.9
6	502271.501	5052472.906	piano 2	C3	60	50	64.2	55.2
7	502272.213	5052421.222	p. terra	C3	60	50	44.3	35.4
8	502296.772	5052447.621	piano 2	C3	60	50	58.5	49.5
9	502284.200	5052460.200	piano 2	C3	60	50	60.5	51.5
10	502290.146	5052400.503	piano 1	C3	60	50	45.6	35.9
11	502290.549	5052398.856	p. terra	C3	60	50	42.2	32.7
12	502308.229	5052436.157	piano 3	C3	60	50	57.8	48.8
13	502247.604	5052412.854	piano 2	C3	60	50	57.2	48.2
14	502279.196	5052433.082	p. terra	C3	60	50	41.3	32.3
15	502445.567	5052522.229	piano 1	C2	55	45	69.0	59.7
16	502482.229	5052522.766	piano 1	C3	60	50	68.3	59.2
17	502502.471	5052522.688	piano 1	C3	60	50	68.1	59.1
18	502521.499	5052522.592	piano 1	C3	60	50	68.0	59.0
19	502515.569	5052570.207	piano 3	C3	60	50	54.8	45.8
20	502518.440	5052539.408	piano 3	C3	60	50	60.1	51.1
21	502507.768	5052539.991	piano 1	C3	60	50	59.6	50.6
22	502463.616	5052536.883	piano 1	C3	60	50	61.8	52.6
23	502480.416	5052538.830	piano 1	C3	60	50	52.1	43.0
24	502424.627	5052543.503	piano 2	C2	55	45	63.6	54.4
25	502471.470	5052556.254	piano 5	C3	60	50	56.3	47.1
26	502464.766	5052612.186	piano 5	C3	60	50	48.5	39.4
27	502496.048	5052558.137	piano 1	C3	60	50	42.5	33.4
28	502439.630	5052577.022	piano 2	C2	55	45	52.8	43.7
29	502447.546	5052561.700	piano 2	C2	55	45	56.4	47.2
30	502414.970	5052574.048	piano 1	C2	55	45	53.2	44.0
31	502454.894	5052593.640	piano 3	C2	55	45	48.5	39.4
32	502451.107	5052614.554	piano 2	C2	55	45	43.1	34.2
33	502476.086	5052655.177	piano 1	C3	60	50	52.1	43.6
34	502535.250	5052636.066	piano 1	C3	60	50	45.0	36.4
35	502436.731	5052651.176	piano 2	C2	55	45	51.5	43.0
36	502225.132	5052531.699	piano 2	C3	60	50	61.8	52.9
37	502303.821	5052520.610	piano 1	C3	60	50	65.2	56.7
38	502339.522	5052745.783	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
39	502318.458	5052778.347	p. terra	C3	60	50	42.8	37.4
40	502337.425	5052586.867	piano 1	C3	60	50	67.2	57.9
41	502337.651	5052614.200	piano 1	C3	60	50	67.0	57.6
42	502339.975	5052771.753	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
43	502353.670	5052582.230	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
44	502354.511	5052673.605	piano 1	C2	55	45	67.2	57.9
45	502358.559	5052684.737	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
46	502354.864	5052715.743	piano 1	C2	55	45	67.4	58.1
47	502354.603	5052691.197	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
48	502355.800	5052777.485	p. terra	C2	55	45	68.0	58.6
49	502364.625	5052796.761	piano 1	C2	55	45	64.0	54.7
50	502391.475	5052520.993	piano 1	C2	55	45	69.8	60.4
51	502402.025	5052546.377	piano 4	C2	55	45	58.6	49.4
52	502388.237	5052648.092	piano 2	C2	55	45	57.9	48.8
53	502337.950	5052636.750	piano 1	C3	60	50	66.6	57.3

54	502340.065	5052529.561	piano 1	C3	60	50	68.9	59.6
55	502340.607	5052551.677	piano 1	C3	60	50	68.2	58.9
56	502310.353	5052555.461	piano 3	C3	60	50	55.4	47.1
57	502338.960	5052684.003	piano 1	C3	60	50	66.9	57.5
58	502356.263	5052825.664	piano 1	C2	55	45	68.3	58.8
59	502341.267	5052815.779	piano 1	C2	55	45	67.3	57.9
60	502339.114	5052709.840	piano 1	C3	60	50	66.9	57.6
61	502322.235	5052795.018	p. terra	C3	60	50	58.8	53.3
62	502365.697	5052519.239	p. terra	C2	55	45	70.7	61.0
63	502542.567	5052661.870	p. terra	C3	60	50	57.0	48.5
64	502500.390	5052666.887	p. terra	C3	60	50	56.8	48.3
65	502430.775	5052667.241	p. terra	C2	55	45	55.8	47.3
66	502558.869	5052769.767	piano 6	C2	55	45	53.1	43.6
67	502509.582	5052778.770	piano 5	C3	60	50	56.3	46.8
68	502472.560	5052765.977	piano 1	C3	60	50	50.5	41.0
69	502492.430	5052757.545	piano 1	C3	60	50	49.8	40.4
70	502422.032	5052774.027	piano 1	C3	60	50	47.1	37.7
71	502545.810	5052793.583	piano 1	C2	55	45	55.5	46.0
72	502545.008	5052779.317	piano 1	C2	55	45	50.1	40.6
73	502533.399	5052803.300	piano 1	C3	60	50	60.6	51.1
74	502428.131	5052807.027	piano 5	C3	60	50	56.0	46.6
75	502386.539	5052368.882	p. terra	C3	60	50	44.4	34.8
76	502405.796	5052493.036	piano 1	C3	60	50	69.6	60.5
77	502440.573	5052416.731	piano 1	C3	60	50	65.8	55.9
78	502466.540	5052467.727	piano 6	C3	60	50	63.1	54.0
79	502465.940	5052445.681	piano 2	C3	60	50	52.8	42.9
80	502489.598	5052477.149	piano 3	C3	60	50	65.4	56.3
81	502473.850	5052477.603	piano 3	C3	60	50	65.4	56.4
82	502489.388	5052471.634	piano 5	C3	60	50	60.9	51.9
83	502475.395	5052472.399	piano 5	C3	60	50	62.0	52.9
84	502470.737	5052395.977	piano 1	C3	60	50	61.1	51.2
85	502497.705	5052458.026	piano 3	C3	60	50	56.7	47.6
86	502487.423	5052385.145	piano 1	C3	60	50	53.6	43.7
87	502314.547	5052802.128	p. terra	C2	55	45	58.2	53.2
88	502491.163	5052822.444	piano 1	C3	60	50	64.3	54.9
89	502398.214	5052839.033	piano 1	C2	55	45	66.4	57.0
90	502341.645	5052841.229	piano 1	C2	55	45	68.5	59.0
91	502310.534	5052851.578	piano 1	C2	55	45	58.4	49.4
92	502518.328	5052844.403	piano 1	C2	55	45	64.9	55.5
93	502381.800	5052859.926	p. terra	C2	55	45	65.8	56.3
94	502331.307	5052874.825	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
95	502277.955	5052907.097	piano 2	C2	55	45	60.3	50.9
96	502401.402	5052888.706	p. terra	C2	55	45	52.4	43.0
97	502270.373	5052915.737	p. terra	C2	55	45	61.1	51.7
98	502236.749	5052926.760	piano 2	C2	55	45	59.4	50.1
99	502406.218	5052909.833	piano 1	C2	55	45	51.8	42.4
100	502545.713	5052925.314	piano 1	C2	55	45	46.6	37.1
101	502546.508	5052942.549	piano 1	C2	55	45	48.9	39.3
102	502278.506	5052924.331	p. terra	C2	55	45	66.4	57.0
103	502291.386	5052926.022	piano 1	C2	55	45	58.0	48.7
104	502250.909	5052941.500	p. terra	C2	55	45	63.9	54.5
105	502547.674	5052967.585	piano 2	C2	55	45	55.3	45.7
106	502546.767	5052948.264	piano 2	C2	55	45	50.6	41.0
107	502414.793	5052958.052	piano 1	C2	55	45	52.8	43.2
108	502464.687	5052972.082	piano 3	C2	55	45	59.3	49.7
109	502354.585	5052959.588	p. terra	C2	55	45	70.5	61.1

110	502354.880	5052974.379	p. terra	C2	55	45	70.4	60.9
111	502288.934	5052980.759	piano 1	C2	55	45	60.2	50.6
112	502269.304	5052989.763	piano 1	C2	55	45	63.0	53.5
113	502544.150	5053002.963	p. terra	C2	55	45	69.1	59.5
114	502427.970	5053003.277	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
115	502548.088	5052976.505	piano 2	C2	55	45	56.3	46.7
116	502307.469	5052895.292	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
117	502518.640	5053000.068	piano 1	C2	55	45	67.3	57.7
118	502303.242	5052957.612	p. terra	C2	55	45	50.5	41.0
119	502344.438	5052934.416	p. terra	C2	55	45	69.1	59.7
120	502511.892	5052922.957	piano 1	C2	55	45	48.5	39.1
121	502341.661	5052978.646	piano 1	C2	55	45	67.2	57.7
122	502414.528	5052936.670	piano 1	C2	55	45	49.6	40.1
123	502369.492	5052908.431	piano 1	C2	55	45	63.2	53.7
124	502235.892	5052878.933	piano 8	C2	55	45	53.6	44.3
125	502510.266	5052973.392	piano 4	C2	55	45	54.2	44.6
126	502369.696	5053004.022	p. terra	C2	55	45	70.5	60.9
127	502392.013	5053003.618	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
128	502367.134	5052895.572	piano 1	C2	55	45	66.4	56.9
129	502402.389	5052858.927	piano 1	C2	55	45	65.9	56.4
130	502445.949	5052854.142	piano 1	C2	55	45	65.5	56.1
131	502319.007	5052999.161	piano 1	C2	55	45	66.6	57.0
132	502354.320	5052918.350	p. terra	C2	55	45	70.5	61.0
133	502354.395	5052936.976	p. terra	C2	55	45	70.7	61.2
134	502391.561	5052863.181	p. terra	C2	55	45	62.8	53.4
135	502492.319	5053003.215	p. terra	C2	55	45	69.9	60.3
136	502306.130	5052909.074	p. terra	C2	55	45	66.6	57.2
137	502405.635	5053003.357	p. terra	C2	55	45	70.2	60.6
138	502562.297	5052823.644	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
139	502578.447	5052821.618	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
140	502546.320	5052802.421	piano 2	C2	55	45	58.1	48.7
141	502553.779	5052918.981	piano 1	C2	55	45	46.2	36.6
142	502569.654	5052946.518	piano 4	C2	55	45	53.1	43.5
143	502589.572	5052996.912	piano 1	C2	55	45	65.8	56.2
144	502273.465	5053020.970	p. terra	C3	60	50	64.2	54.6
145	502306.052	5053054.927	piano 1	C3	60	50	53.7	44.2
146	502327.315	5053017.380	piano 1	C3	60	50	67.2	57.6
147	502383.081	5053013.598	p. terra	C2	55	45	69.5	59.9
148	502386.364	5053042.549	piano 2	C2	55	45	57.6	48.0
149	502412.338	5053028.134	piano 1	C2	55	45	63.4	53.8
150	502561.918	5053014.927	p. terra	C2	55	45	67.6	58.0
151	502562.123	5053035.292	piano 1	C2	55	45	54.0	44.4
152	502532.621	5053047.435	piano 1	C2	55	45	48.7	39.1
153	502456.251	5053014.153	p. terra	C2	55	45	68.1	58.5
154	502498.025	5053050.750	piano 1	C2	55	45	47.8	38.2
155	502499.741	5053034.493	piano 1	C2	55	45	55.6	46.0
156	502508.609	5053015.331	p. terra	C2	55	45	67.7	58.1
157	502512.851	5053053.910	piano 1	C2	55	45	49.0	39.4
158	502523.232	5053038.922	piano 1	C2	55	45	54.2	44.6
159	502529.838	5053011.334	p. terra	C2	55	45	72.3	62.7
160	502437.277	5053017.384	piano 1	C2	55	45	66.3	56.7
161	502424.600	5053036.727	piano 1	C2	55	45	59.3	49.7
162	502491.833	5053015.447	piano 1	C2	55	45	67.9	58.3
163	501890.643	5052871.476	piano 2	C3	60	50	48.9	40.0
164	501885.084	5052994.722	piano 1	C3	60	50	65.2	56.3
165	501886.842	5052861.385	piano 1	C2	55	45	37.3	28.8

166	501909.824	5052859.497	piano 1	C3	60	50	45.0	36.2
167	501917.533	5052958.409	piano 1	C2	55	45	58.2	49.3
168	501923.996	5052921.600	p. terra	C3	60	50	46.3	37.4
169	501924.853	5052995.487	piano 2	C3	60	50	66.1	57.2
170	501940.933	5052924.133	p. terra	C2	55	45	46.3	37.4
171	501946.273	5052869.895	piano 2	C3	60	50	47.3	38.7
172	501965.512	5053038.656	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
173	501952.631	5052920.161	p. terra	C2	55	45	41.2	32.4
174	501957.382	5053004.463	piano 1	C3	60	50	68.9	60.0
175	501963.741	5052913.876	piano 4	C2	55	45	53.5	44.6
176	501968.973	5052927.967	p. terra	C2	55	45	38.2	29.6
177	501969.533	5052863.540	p. terra	C3	60	50	46.4	38.0
178	501993.234	5052989.384	piano 2	C3	60	50	63.0	54.1
179	502004.065	5052972.091	piano 5	C2	55	45	59.1	50.2
180	501996.198	5052909.964	piano 1	C2	55	45	44.1	35.6
181	502014.033	5052885.020	p. terra	C2	55	45	42.9	34.3
182	502003.813	5052861.740	piano 1	C2	55	45	52.3	43.7
183	501998.195	5052925.027	piano 1	C2	55	45	45.7	36.9
184	501993.151	5052941.566	piano 1	C2	55	45	50.2	41.3
185	501982.264	5053044.943	piano 1	C3	60	50	64.7	55.7
186	501938.962	5053039.750	piano 2	C3	60	50	66.2	57.2
187	501993.344	5053011.306	p. terra	C3	60	50	74.0	65.0
188	502038.275	5052864.651	piano 1	C2	55	45	55.1	46.6
189	501971.973	5052966.431	piano 1	C2	55	45	56.7	47.8
190	501956.017	5052964.056	p. terra	C2	55	45	48.3	39.4
191	502036.458	5053033.671	piano 2	C3	60	50	67.5	58.5
192	501966.194	5052890.876	piano 1	C2	55	45	42.6	34.6
193	502040.609	5052960.021	piano 2	C2	55	45	53.2	44.3
194	502042.834	5052943.404	p. terra	C2	55	45	44.3	35.5
195	502043.872	5052921.408	piano 1	C2	55	45	45.7	37.6
196	502030.307	5052888.205	piano 1	C2	55	45	48.2	40.9
197	502077.018	5053006.194	piano 1	C3	60	50	70.7	61.7
198	502056.436	5052941.996	piano 1	C2	55	45	47.5	38.6
199	502070.254	5053021.591	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
200	502069.681	5052906.085	piano 1	C2	55	45	48.7	41.8
201	502095.009	5052950.213	piano 1	C2	55	45	58.5	50.4
202	502098.293	5052937.625	piano 1	C2	55	45	58.4	50.7
203	502094.876	5052890.303	piano 1	C2	55	45	58.3	51.6
204	502101.571	5052915.672	piano 2	C2	55	45	59.7	52.5
205	502139.734	5053031.009	piano 1	C3	60	50	61.2	52.5
206	502175.076	5053043.683	piano 2	C3	60	50	66.5	58.0
207	502188.389	5052956.749	piano 2	C2	55	45	62.6	53.5
208	502179.110	5052996.713	piano 1	C3	60	50	70.2	61.2
209	502207.306	5052996.062	piano 1	C3	60	50	66.2	56.9
210	502212.999	5053036.029	p. terra	C3	60	50	65.4	57.4
211	502190.052	5052884.616	piano 2	C2	55	45	53.8	46.0
212	502031.836	5052903.254	piano 1	C2	55	45	45.9	38.7
213	502092.208	5053041.873	p. terra	C3	60	50	58.0	49.0
214	502069.469	5052883.537	p. terra	C2	55	45	49.7	42.1
215	502056.955	5052924.977	piano 2	C2	55	45	48.3	40.2
216	502250.515	5052999.799	piano 1	C2	55	45	67.0	57.5
217	502030.231	5053008.660	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
218	502162.983	5052971.081	piano 2	C3	60	50	65.8	57.0
219	502055.703	5052963.151	piano 1	C2	55	45	51.1	42.2
220	502133.701	5052927.261	piano 2	C2	55	45	60.8	53.5
221	502096.920	5053019.764	p. terra	C3	60	50	72.7	63.7

222	502226.887	5052996.108	piano 1	C2	55	45	65.5	56.0
223	502240.679	5052951.472	piano 1	C2	55	45	61.4	52.1
224	502060.686	5053042.691	p. terra	C3	60	50	58.5	49.6
225	501860.666	5052906.847	piano 1	C3	60	50	50.4	41.5

LIVELLI DI IMMISSIONE FUTURI (PIANO PIU' ESPOSTO)

Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Piano	Classe	Lim. Diurno	Lim. Notturno	Leq Diurno	Leq Notturno
1	501990.605	5052697.118	piano 2	C2	55	45	41.2	33.7
2	502135.242	5052586.319	piano 2	C2	55	45	55.1	46.1
3	502171.122	5052579.036	piano 1	C3	60	50	57.8	48.9
4	502258.472	5052474.376	piano 1	C3	60	50	69.5	60.5
5	502257.223	5052444.796	piano 2	C3	60	50	56.8	47.8
6	502271.501	5052472.906	piano 2	C3	60	50	64.2	55.2
7	502272.213	5052421.222	p. terra	C3	60	50	44.3	35.4
8	502296.772	5052447.621	piano 2	C3	60	50	58.5	49.5
9	502284.200	5052460.200	piano 2	C3	60	50	60.5	51.5
10	502290.146	5052400.503	piano 1	C3	60	50	45.6	35.9
11	502290.549	5052398.856	p. terra	C3	60	50	42.2	32.7
12	502308.229	5052436.157	piano 3	C3	60	50	57.8	48.8
13	502247.604	5052412.854	piano 2	C3	60	50	57.2	48.2
14	502279.196	5052433.082	p. terra	C3	60	50	41.3	32.3
15	502445.567	5052522.229	piano 1	C2	55	45	69.0	59.7
16	502482.229	5052522.766	piano 1	C3	60	50	68.3	59.2
17	502502.471	5052522.688	piano 1	C3	60	50	68.1	59.1
18	502521.499	5052522.592	piano 1	C3	60	50	68.0	59.0
19	502515.569	5052570.207	piano 3	C3	60	50	54.8	45.8
20	502518.440	5052539.408	piano 3	C3	60	50	60.1	51.1
21	502507.768	5052539.991	piano 1	C3	60	50	59.6	50.6
22	502463.616	5052536.883	piano 1	C3	60	50	61.8	52.6
23	502480.416	5052538.830	piano 1	C3	60	50	52.1	43.0
24	502424.627	5052543.503	piano 2	C2	55	45	63.6	54.4
25	502471.470	5052556.254	piano 5	C3	60	50	56.3	47.1
26	502464.766	5052612.186	piano 5	C3	60	50	48.5	39.3
27	502496.048	5052558.137	piano 1	C3	60	50	42.5	33.4
28	502439.630	5052577.022	piano 2	C2	55	45	52.8	43.7
29	502447.546	5052561.700	piano 2	C2	55	45	56.4	47.2
30	502414.970	5052574.048	piano 1	C2	55	45	53.2	44.0
31	502454.894	5052593.640	piano 3	C2	55	45	48.5	39.4
32	502451.107	5052614.554	piano 2	C2	55	45	43.1	34.1
33	502476.086	5052655.177	piano 1	C3	60	50	52.1	43.6
34	502535.250	5052636.066	piano 1	C3	60	50	45.0	36.4
35	502436.731	5052651.176	piano 2	C2	55	45	51.4	42.8
36	502225.132	5052531.699	piano 2	C3	60	50	61.8	52.9
37	502303.821	5052520.610	piano 1	C3	60	50	65.2	56.7
38	502339.522	5052745.783	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
39	502318.458	5052778.347	p. terra	C3	60	50	56.7	51.3
40	502337.425	5052586.867	piano 1	C3	60	50	67.2	57.9
41	502337.651	5052614.200	piano 1	C3	60	50	67.0	57.6
42	502339.975	5052771.753	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
43	502353.670	5052582.230	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
44	502354.511	5052673.605	piano 1	C2	55	45	67.2	57.9
45	502358.559	5052684.737	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
46	502354.864	5052715.743	piano 1	C2	55	45	67.4	58.1
47	502354.603	5052691.197	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
48	502355.800	5052777.485	p. terra	C2	55	45	68.0	58.6
49	502364.625	5052796.761	piano 1	C2	55	45	64.0	54.7
50	502391.475	5052520.993	piano 1	C2	55	45	69.8	60.4
51	502402.025	5052546.377	piano 4	C2	55	45	58.6	49.4
52	502388.237	5052648.092	piano 2	C2	55	45	57.9	48.6
53	502337.950	5052636.750	piano 1	C3	60	50	66.6	57.3

54	502340.065	5052529.561	piano 1	C3	60	50	68.9	59.6
55	502340.607	5052551.677	piano 1	C3	60	50	68.2	58.9
56	502310.353	5052555.461	piano 3	C3	60	50	56.2	47.8
57	502338.960	5052684.003	piano 1	C3	60	50	66.9	57.5
58	502356.263	5052825.664	piano 1	C2	55	45	68.3	58.8
59	502341.267	5052815.779	piano 1	C2	55	45	67.3	57.9
60	502339.114	5052709.840	piano 1	C3	60	50	66.9	57.6
61	502322.235	5052795.018	p. terra	C3	60	50	58.8	53.2
62	502365.697	5052519.239	p. terra	C2	55	45	70.7	61.0
63	502542.567	5052661.870	p. terra	C3	60	50	57.0	48.5
64	502500.390	5052666.887	p. terra	C3	60	50	56.8	48.3
65	502430.775	5052667.241	p. terra	C2	55	45	55.8	47.2
66	502558.869	5052769.767	piano 6	C2	55	45	53.1	43.6
67	502509.582	5052778.770	piano 5	C3	60	50	56.3	46.8
68	502472.560	5052765.977	piano 1	C3	60	50	50.5	41.0
69	502492.430	5052757.545	piano 1	C3	60	50	49.8	40.3
70	502422.032	5052774.027	piano 1	C3	60	50	47.1	37.7
71	502545.810	5052793.583	piano 1	C2	55	45	55.5	46.0
72	502545.008	5052779.317	piano 1	C2	55	45	50.1	40.6
73	502533.399	5052803.300	piano 1	C3	60	50	60.6	51.1
74	502428.131	5052807.027	piano 5	C3	60	50	56.0	46.6
75	502386.539	5052368.882	p. terra	C3	60	50	44.4	34.8
76	502405.796	5052493.036	piano 1	C3	60	50	69.6	60.5
77	502440.573	5052416.731	piano 1	C3	60	50	65.8	55.9
78	502466.540	5052467.727	piano 6	C3	60	50	63.1	54.0
79	502465.940	5052445.681	piano 2	C3	60	50	52.8	42.9
80	502489.598	5052477.149	piano 3	C3	60	50	65.4	56.3
81	502473.850	5052477.603	piano 3	C3	60	50	65.4	56.4
82	502489.388	5052471.634	piano 5	C3	60	50	60.9	51.9
83	502475.395	5052472.399	piano 5	C3	60	50	62.0	52.9
84	502470.737	5052395.977	piano 1	C3	60	50	61.1	51.2
85	502497.705	5052458.026	piano 3	C3	60	50	56.7	47.6
86	502487.423	5052385.145	piano 1	C3	60	50	53.6	43.7
87	502314.547	5052802.128	p. terra	C2	55	45	58.1	52.9
88	502491.163	5052822.444	piano 1	C3	60	50	64.3	54.9
89	502398.214	5052839.033	piano 1	C2	55	45	66.4	57.0
90	502341.645	5052841.229	piano 1	C2	55	45	68.5	59.0
91	502310.534	5052851.578	piano 1	C2	55	45	58.4	49.4
92	502518.328	5052844.403	piano 1	C2	55	45	64.9	55.5
93	502381.800	5052859.926	p. terra	C2	55	45	65.8	56.3
94	502331.307	5052874.825	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
95	502277.955	5052907.097	piano 2	C2	55	45	60.3	50.9
96	502401.402	5052888.706	p. terra	C2	55	45	52.4	43.0
97	502270.373	5052915.737	p. terra	C2	55	45	61.1	51.7
98	502236.749	5052926.760	piano 2	C2	55	45	59.4	50.1
99	502406.218	5052909.833	piano 1	C2	55	45	51.8	42.3
100	502545.713	5052925.314	piano 1	C2	55	45	46.6	37.1
101	502546.508	5052942.549	piano 1	C2	55	45	48.9	39.3
102	502278.506	5052924.331	p. terra	C2	55	45	66.4	57.0
103	502291.386	5052926.022	piano 1	C2	55	45	58.0	48.6
104	502250.909	5052941.500	p. terra	C2	55	45	63.9	54.5
105	502547.674	5052967.585	piano 2	C2	55	45	55.3	45.7
106	502546.767	5052948.264	piano 2	C2	55	45	50.6	41.0
107	502414.793	5052958.052	piano 1	C2	55	45	52.8	43.2
108	502464.687	5052972.082	piano 3	C2	55	45	59.3	49.7
109	502354.585	5052959.588	p. terra	C2	55	45	70.5	61.1

110	502354.880	5052974.379	p. terra	C2	55	45	70.4	60.9
111	502288.934	5052980.759	piano 1	C2	55	45	60.2	50.6
112	502269.304	5052989.763	piano 1	C2	55	45	63.0	53.5
113	502544.150	5053002.963	p. terra	C2	55	45	69.1	59.5
114	502427.970	5053003.277	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
115	502548.088	5052976.505	piano 2	C2	55	45	56.3	46.7
116	502307.469	5052895.292	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
117	502518.640	5053000.068	piano 1	C2	55	45	67.3	57.7
118	502303.242	5052957.612	p. terra	C2	55	45	50.5	41.0
119	502344.438	5052934.416	p. terra	C2	55	45	69.1	59.7
120	502511.892	5052922.957	piano 1	C2	55	45	48.5	39.0
121	502341.661	5052978.646	piano 1	C2	55	45	67.2	57.7
122	502414.528	5052936.670	piano 1	C2	55	45	49.6	40.1
123	502369.492	5052908.431	piano 1	C2	55	45	63.2	53.7
124	502235.892	5052878.933	piano 8	C2	55	45	53.6	44.3
125	502510.266	5052973.392	piano 4	C2	55	45	54.2	44.6
126	502369.696	5053004.022	p. terra	C2	55	45	70.5	60.9
127	502392.013	5053003.618	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
128	502367.134	5052895.572	piano 1	C2	55	45	66.4	56.9
129	502402.389	5052858.927	piano 1	C2	55	45	65.9	56.4
130	502445.949	5052854.142	piano 1	C2	55	45	65.5	56.1
131	502319.007	5052999.161	piano 1	C2	55	45	66.6	57.0
132	502354.320	5052918.350	p. terra	C2	55	45	70.5	61.0
133	502354.395	5052936.976	p. terra	C2	55	45	70.7	61.2
134	502391.561	5052863.181	p. terra	C2	55	45	62.8	53.4
135	502492.319	5053003.215	p. terra	C2	55	45	69.9	60.3
136	502306.130	5052909.074	p. terra	C2	55	45	66.6	57.2
137	502405.635	5053003.357	p. terra	C2	55	45	70.2	60.6
138	502562.297	5052823.644	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
139	502578.447	5052821.618	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
140	502546.320	5052802.421	piano 2	C2	55	45	58.1	48.7
141	502553.779	5052918.981	piano 1	C2	55	45	46.2	36.6
142	502569.654	5052946.518	piano 4	C2	55	45	53.1	43.5
143	502589.572	5052996.912	piano 1	C2	55	45	65.8	56.2
144	502273.465	5053020.970	p. terra	C3	60	50	64.2	54.6
145	502306.052	5053054.927	piano 1	C3	60	50	53.7	44.2
146	502327.315	5053017.380	piano 1	C3	60	50	67.2	57.6
147	502383.081	5053013.598	p. terra	C2	55	45	69.5	59.9
148	502386.364	5053042.549	piano 2	C2	55	45	57.6	48.0
149	502412.338	5053028.134	piano 1	C2	55	45	63.4	53.8
150	502561.918	5053014.927	p. terra	C2	55	45	67.6	58.0
151	502562.123	5053035.292	piano 1	C2	55	45	54.0	44.4
152	502532.621	5053047.435	piano 1	C2	55	45	48.7	39.1
153	502456.251	5053014.153	p. terra	C2	55	45	68.1	58.5
154	502498.025	5053050.750	piano 1	C2	55	45	47.8	38.2
155	502499.741	5053034.493	piano 1	C2	55	45	55.6	46.0
156	502508.609	5053015.331	p. terra	C2	55	45	67.7	58.1
157	502512.851	5053053.910	piano 1	C2	55	45	49.0	39.4
158	502523.232	5053038.922	piano 1	C2	55	45	54.2	44.6
159	502529.838	5053011.334	p. terra	C2	55	45	72.3	62.7
160	502437.277	5053017.384	piano 1	C2	55	45	66.3	56.7
161	502424.600	5053036.727	piano 1	C2	55	45	59.3	49.7
162	502491.833	5053015.447	piano 1	C2	55	45	67.9	58.3
163	501890.643	5052871.476	piano 2	C3	60	50	48.9	39.9
164	501885.084	5052994.722	piano 1	C3	60	50	65.2	56.3
165	501886.842	5052861.385	piano 1	C2	55	45	37.3	28.4

166	501909.824	5052859.497	piano 1	C3	60	50	45.0	36.0
167	501917.533	5052958.409	piano 1	C2	55	45	58.2	49.3
168	501923.996	5052921.600	p. terra	C3	60	50	46.3	37.4
169	501924.853	5052995.487	piano 2	C3	60	50	66.1	57.2
170	501940.933	5052924.133	p. terra	C2	55	45	46.3	37.4
171	501946.273	5052869.895	piano 2	C3	60	50	47.3	38.3
172	501965.512	5053038.656	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
173	501952.631	5052920.161	p. terra	C2	55	45	41.2	32.3
174	501957.382	5053004.463	piano 1	C3	60	50	68.9	60.0
175	501963.741	5052913.876	piano 4	C2	55	45	53.5	44.6
176	501968.973	5052927.967	p. terra	C2	55	45	38.1	29.2
177	501969.533	5052863.540	p. terra	C3	60	50	46.3	37.6
178	501993.234	5052989.384	piano 2	C3	60	50	63.0	54.1
179	502004.065	5052972.091	piano 5	C2	55	45	59.1	50.2
180	501996.198	5052909.964	piano 1	C2	55	45	44.1	35.2
181	502014.033	5052885.020	p. terra	C2	55	45	42.9	34.2
182	502003.813	5052861.740	piano 1	C2	55	45	52.2	43.5
183	501998.195	5052925.027	piano 1	C2	55	45	45.7	36.8
184	501993.151	5052941.566	piano 1	C2	55	45	50.2	41.2
185	501982.264	5053044.943	piano 1	C3	60	50	64.7	55.7
186	501938.962	5053039.750	piano 2	C3	60	50	66.2	57.2
187	501993.344	5053011.306	p. terra	C3	60	50	74.0	65.0
188	502038.275	5052864.651	piano 1	C2	55	45	55.1	46.5
189	501971.973	5052966.431	piano 1	C2	55	45	56.7	47.8
190	501956.017	5052964.056	p. terra	C2	55	45	48.3	39.3
191	502036.458	5053033.671	piano 2	C3	60	50	67.5	58.5
192	501966.194	5052890.876	piano 1	C2	55	45	42.5	33.7
193	502040.609	5052960.021	piano 2	C2	55	45	53.2	44.3
194	502042.834	5052943.404	p. terra	C2	55	45	44.3	35.4
195	502043.872	5052921.408	piano 1	C2	55	45	45.5	36.7
196	502030.307	5052888.205	piano 1	C2	55	45	48.1	40.3
197	502077.018	5053006.194	piano 1	C3	60	50	70.7	61.7
198	502056.436	5052941.996	piano 1	C2	55	45	47.5	38.6
199	502070.254	5053021.591	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
200	502069.681	5052906.085	piano 1	C2	55	45	48.6	41.6
201	502095.009	5052950.213	piano 1	C2	55	45	58.5	50.4
202	502098.293	5052937.625	piano 1	C2	55	45	58.4	50.7
203	502094.876	5052890.303	piano 1	C2	55	45	58.3	51.6
204	502101.571	5052915.672	piano 2	C2	55	45	59.7	52.5
205	502139.734	5053031.009	piano 1	C3	60	50	61.2	52.5
206	502175.076	5053043.683	piano 2	C3	60	50	66.5	58.0
207	502188.389	5052956.749	piano 2	C2	55	45	62.6	53.5
208	502179.110	5052996.713	piano 1	C3	60	50	70.2	61.2
209	502207.306	5052996.062	piano 1	C3	60	50	66.2	56.9
210	502212.999	5053036.029	p. terra	C3	60	50	65.4	57.4
211	502190.052	5052884.616	piano 2	C2	55	45	53.7	45.6
212	502031.836	5052903.254	piano 1	C2	55	45	45.7	37.8
213	502092.208	5053041.873	p. terra	C3	60	50	58.0	49.0
214	502069.469	5052883.537	p. terra	C2	55	45	49.6	41.8
215	502056.955	5052924.977	piano 2	C2	55	45	48.3	40.1
216	502250.515	5052999.799	piano 1	C2	55	45	67.0	57.5
217	502030.231	5053008.660	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
218	502162.983	5052971.081	piano 2	C3	60	50	65.8	57.0
219	502055.703	5052963.151	piano 1	C2	55	45	51.1	42.1
220	502133.701	5052927.261	piano 2	C2	55	45	60.8	53.5
221	502096.920	5053019.764	p. terra	C3	60	50	72.7	63.7

222	502226.887	5052996.108	piano 1	C2	55	45	65.5	56.0
223	502240.679	5052951.472	piano 1	C2	55	45	61.4	52.0
224	502060.686	5053042.691	p. terra	C3	60	50	58.5	49.6
225	501860.666	5052906.847	piano 1	C3	60	50	50.4	41.4

LIVELLO DI EMISSIONE (PIANO PIU' ESPOSTO)

Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Lim. Diurno	Lim. Notturmo	Leq Diurno	Leq Notturmo
RE01	502208.279	5052785.586	55	45	30.7	25.0
RE02	502312.461	5052739.713	55	45	37.3	31.3
RE03	502311.356	5052596.213	55	45	38.6	32.0
RE04	502201.894	5052602.452	55	45	38.3	32.8
RE05	502077.781	5052728.150	55	45	30.1	24.3

RUMORE AMBIENTALE ATTUALE (PIANO PIU' ESPOSTO)

Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Piano	Classe	Lim. Diurno	Lim. Notturno	Leq Diurno	Leq Notturno
1	501990.605	5052697.118	piano 2	C2	55	45	64.5	58.3
2	502135.242	5052586.319	piano 2	C2	55	45	64.2	57.6
3	502171.122	5052579.036	piano 1	C3	60	50	66.3	59.7
4	502258.472	5052474.376	piano 1	C3	60	50	70.3	61.8
5	502257.223	5052444.796	piano 2	C3	60	50	57.1	48.3
6	502271.501	5052472.906	piano 2	C3	60	50	68.1	60.6
7	502272.213	5052421.222	p. terra	C3	60	50	48.6	41.2
8	502296.772	5052447.621	piano 2	C3	60	50	66.7	59.9
9	502284.200	5052460.200	piano 2	C3	60	50	67.0	60.0
10	502290.146	5052400.503	piano 1	C3	60	50	57.6	50.7
11	502290.549	5052398.856	p. terra	C3	60	50	56.7	49.9
12	502308.229	5052436.157	piano 2	C3	60	50	66.5	59.8
13	502247.604	5052412.854	piano 2	C3	60	50	57.6	48.9
14	502279.196	5052433.082	p. terra	C3	60	50	50.3	43.4
15	502445.567	5052522.229	piano 1	C2	55	45	69.0	59.7
16	502482.229	5052522.766	piano 1	C3	60	50	68.3	59.3
17	502502.471	5052522.688	piano 1	C3	60	50	68.1	59.1
18	502521.499	5052522.592	piano 1	C3	60	50	68.0	59.0
19	502515.569	5052570.207	piano 3	C3	60	50	54.9	46.0
20	502518.440	5052539.408	piano 3	C3	60	50	60.1	51.1
21	502507.768	5052539.991	piano 1	C3	60	50	59.6	50.7
22	502463.616	5052536.883	piano 1	C3	60	50	61.8	52.6
23	502480.416	5052538.830	piano 1	C3	60	50	52.2	43.1
24	502424.627	5052543.503	piano 2	C2	55	45	63.6	54.5
25	502471.470	5052556.254	piano 5	C3	60	50	56.4	47.2
26	502464.766	5052612.186	piano 5	C3	60	50	48.9	40.0
27	502496.048	5052558.137	piano 1	C3	60	50	43.1	34.4
28	502439.630	5052577.022	piano 2	C2	55	45	52.9	43.8
29	502447.546	5052561.700	piano 2	C2	55	45	56.4	47.3
30	502414.970	5052574.048	piano 1	C2	55	45	53.3	44.2
31	502454.894	5052593.640	piano 3	C2	55	45	48.6	39.6
32	502451.107	5052614.554	piano 2	C2	55	45	43.5	34.9
33	502476.086	5052655.177	piano 1	C3	60	50	52.2	43.8
34	502535.250	5052636.066	piano 1	C3	60	50	45.2	36.8
35	502436.731	5052651.176	piano 2	C2	55	45	51.6	43.2
36	502225.132	5052531.699	piano 1	C3	60	50	69.0	62.5
37	502303.821	5052520.610	piano 1	C3	60	50	67.8	59.9
38	502339.522	5052745.783	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
39	502318.458	5052778.347	p. terra	C3	60	50	44.4	38.6
40	502337.425	5052586.867	piano 1	C3	60	50	67.2	57.9
41	502337.651	5052614.200	piano 1	C3	60	50	67.0	57.7
42	502339.975	5052771.753	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
43	502353.670	5052582.230	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
44	502354.511	5052673.605	piano 1	C2	55	45	67.2	57.9
45	502358.559	5052684.737	piano 1	C2	55	45	62.9	53.6
46	502354.864	5052715.743	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
47	502354.603	5052691.197	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
48	502355.800	5052777.485	p. terra	C2	55	45	68.0	58.6
49	502364.625	5052796.761	piano 1	C2	55	45	64.0	54.8
50	502391.475	5052520.993	piano 1	C2	55	45	69.8	60.5
51	502402.025	5052546.377	piano 4	C2	55	45	58.7	49.5
52	502388.237	5052648.092	piano 2	C2	55	45	58.0	48.9
53	502337.950	5052636.750	piano 1	C3	60	50	66.6	57.3

54	502340.065	5052529.561	piano 1	C3	60	50	69.0	59.7
55	502340.607	5052551.677	piano 1	C3	60	50	68.3	59.0
56	502310.353	5052555.461	piano 3	C3	60	50	61.0	53.7
57	502338.960	5052684.003	piano 1	C3	60	50	66.9	57.5
58	502356.263	5052825.664	piano 1	C2	55	45	68.3	58.8
59	502341.267	5052815.779	piano 1	C2	55	45	67.3	57.9
60	502339.114	5052709.840	piano 1	C3	60	50	66.9	57.6
61	502322.235	5052795.018	p. terra	C3	60	50	58.9	53.3
62	502365.697	5052519.239	p. terra	C2	55	45	70.8	61.2
63	502542.567	5052661.870	p. terra	C3	60	50	57.0	48.5
64	502500.390	5052666.887	p. terra	C3	60	50	56.8	48.4
65	502430.775	5052667.241	p. terra	C2	55	45	55.8	47.3
66	502558.869	5052769.767	piano 6	C2	55	45	53.1	43.7
67	502509.582	5052778.770	piano 5	C3	60	50	56.3	46.9
68	502472.560	5052765.977	piano 1	C3	60	50	50.5	41.1
69	502492.430	5052757.545	piano 1	C3	60	50	49.8	40.5
70	502422.032	5052774.027	piano 1	C3	60	50	47.2	37.9
71	502545.810	5052793.583	piano 1	C2	55	45	55.5	46.1
72	502545.008	5052779.317	piano 1	C2	55	45	50.1	40.7
73	502533.399	5052803.300	piano 1	C3	60	50	60.6	51.1
74	502428.131	5052807.027	piano 5	C3	60	50	56.0	46.6
75	502386.539	5052368.882	p. terra	C3	60	50	66.1	59.8
76	502405.796	5052493.036	piano 1	C3	60	50	69.6	60.6
77	502440.573	5052416.731	piano 1	C3	60	50	66.0	56.2
78	502466.540	5052467.727	piano 6	C3	60	50	63.1	54.0
79	502465.940	5052445.681	piano 2	C3	60	50	54.0	45.1
80	502489.598	5052477.149	piano 3	C3	60	50	65.4	56.3
81	502473.850	5052477.603	piano 3	C3	60	50	65.5	56.4
82	502489.388	5052471.634	piano 5	C3	60	50	61.0	51.9
83	502475.395	5052472.399	piano 5	C3	60	50	62.1	53.0
84	502470.737	5052395.977	piano 2	C3	60	50	61.8	52.4
85	502497.705	5052458.026	piano 3	C3	60	50	56.9	48.0
86	502487.423	5052385.145	piano 1	C3	60	50	56.1	47.6
87	502314.547	5052802.128	p. terra	C2	55	45	58.3	53.2
88	502491.163	5052822.444	piano 1	C3	60	50	64.3	54.9
89	502398.214	5052839.033	piano 1	C2	55	45	66.4	57.0
90	502341.645	5052841.229	piano 1	C2	55	45	68.5	59.0
91	502310.534	5052851.578	piano 1	C2	55	45	58.5	49.5
92	502518.328	5052844.403	piano 1	C2	55	45	64.9	55.5
93	502381.800	5052859.926	p. terra	C2	55	45	65.8	56.3
94	502331.307	5052874.825	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
95	502277.955	5052907.097	piano 2	C2	55	45	60.3	51.0
96	502401.402	5052888.706	p. terra	C2	55	45	52.5	43.1
97	502270.373	5052915.737	p. terra	C2	55	45	61.1	51.8
98	502236.749	5052926.760	piano 2	C2	55	45	59.4	50.1
99	502406.218	5052909.833	piano 1	C2	55	45	51.9	42.5
100	502545.713	5052925.314	piano 1	C2	55	45	46.8	37.3
101	502546.508	5052942.549	piano 1	C2	55	45	48.9	39.4
102	502278.506	5052924.331	p. terra	C2	55	45	66.4	57.0
103	502291.386	5052926.022	piano 1	C2	55	45	58.0	48.8
104	502250.909	5052941.500	p. terra	C2	55	45	63.9	54.5
105	502547.674	5052967.585	piano 2	C2	55	45	55.3	45.7
106	502546.767	5052948.264	piano 2	C2	55	45	50.6	41.1
107	502414.793	5052958.052	piano 1	C2	55	45	52.8	43.3
108	502464.687	5052972.082	piano 3	C2	55	45	59.3	49.7
109	502354.585	5052959.588	p. terra	C2	55	45	70.5	61.1

110	502354.880	5052974.379	p. terra	C2	55	45	70.4	60.9
111	502288.934	5052980.759	piano 1	C2	55	45	60.2	50.6
112	502269.304	5052989.763	piano 1	C2	55	45	63.0	53.5
113	502544.150	5053002.963	p. terra	C2	55	45	69.1	59.5
114	502427.970	5053003.277	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
115	502548.088	5052976.505	piano 2	C2	55	45	56.3	46.7
116	502307.469	5052895.292	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
117	502518.640	5053000.068	piano 1	C2	55	45	67.3	57.7
118	502303.242	5052957.612	p. terra	C2	55	45	50.6	41.1
119	502344.438	5052934.416	p. terra	C2	55	45	69.1	59.7
120	502511.892	5052922.957	piano 1	C2	55	45	48.7	39.3
121	502341.661	5052978.646	piano 1	C2	55	45	67.2	57.7
122	502414.528	5052936.670	piano 1	C2	55	45	49.7	40.2
123	502369.492	5052908.431	piano 1	C2	55	45	63.2	53.7
124	502235.892	5052878.933	piano 2	C2	55	45	54.0	46.6
125	502510.266	5052973.392	piano 4	C2	55	45	54.2	44.7
126	502369.696	5053004.022	p. terra	C2	55	45	70.5	60.9
127	502392.013	5053003.618	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
128	502367.134	5052895.572	piano 1	C2	55	45	66.4	56.9
129	502402.389	5052858.927	piano 1	C2	55	45	65.9	56.4
130	502445.949	5052854.142	piano 1	C2	55	45	65.5	56.1
131	502319.007	5052999.161	piano 1	C2	55	45	66.6	57.0
132	502354.320	5052918.350	p. terra	C2	55	45	70.5	61.0
133	502354.395	5052936.976	p. terra	C2	55	45	70.7	61.2
134	502391.561	5052863.181	p. terra	C2	55	45	62.8	53.4
135	502492.319	5053003.215	p. terra	C2	55	45	69.9	60.3
136	502306.130	5052909.074	p. terra	C2	55	45	66.6	57.2
137	502405.635	5053003.357	p. terra	C2	55	45	70.2	60.6
138	502562.297	5052823.644	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
139	502578.447	5052821.618	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
140	502546.320	5052802.421	piano 2	C2	55	45	58.2	48.7
141	502553.779	5052918.981	piano 1	C2	55	45	46.3	36.8
142	502569.654	5052946.518	piano 4	C2	55	45	53.1	43.5
143	502589.572	5052996.912	piano 1	C2	55	45	65.8	56.2
144	502273.465	5053020.970	p. terra	C3	60	50	64.2	54.6
145	502306.052	5053054.927	piano 1	C3	60	50	53.8	44.3
146	502327.315	5053017.380	piano 1	C3	60	50	67.2	57.6
147	502383.081	5053013.598	p. terra	C2	55	45	69.5	59.9
148	502386.364	5053042.549	piano 2	C2	55	45	57.6	48.0
149	502412.338	5053028.134	piano 1	C2	55	45	63.4	53.8
150	502561.918	5053014.927	p. terra	C2	55	45	67.6	58.0
151	502562.123	5053035.292	piano 1	C2	55	45	54.0	44.4
152	502532.621	5053047.435	piano 1	C2	55	45	48.7	39.2
153	502456.251	5053014.153	p. terra	C2	55	45	68.1	58.5
154	502498.025	5053050.750	piano 1	C2	55	45	47.8	38.3
155	502499.741	5053034.493	piano 1	C2	55	45	55.6	46.0
156	502508.609	5053015.331	p. terra	C2	55	45	67.7	58.1
157	502512.851	5053053.910	piano 1	C2	55	45	49.0	39.4
158	502523.232	5053038.922	piano 1	C2	55	45	54.2	44.6
159	502529.838	5053011.334	p. terra	C2	55	45	72.3	62.7
160	502437.277	5053017.384	piano 1	C2	55	45	66.3	56.7
161	502424.600	5053036.727	piano 1	C2	55	45	59.4	49.8
162	502491.833	5053015.447	piano 1	C2	55	45	67.9	58.3
163	501890.643	5052871.476	piano 2	C3	60	50	62.9	54.9
164	501885.084	5052994.722	piano 1	C3	60	50	66.0	57.2
165	501886.842	5052861.385	piano 1	C2	55	45	58.7	50.8

166	501909.824	5052859.497	piano 1	C3	60	50	64.1	56.2
167	501917.533	5052958.409	piano 1	C2	55	45	59.5	51.2
168	501923.996	5052921.600	p. terra	C3	60	50	59.8	51.9
169	501924.853	5052995.487	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
170	501940.933	5052924.133	p. terra	C2	55	45	55.1	47.3
171	501946.273	5052869.895	piano 1	C3	60	50	65.0	57.0
172	501965.512	5053038.656	piano 3	C3	60	50	66.4	57.5
173	501952.631	5052920.161	p. terra	C2	55	45	54.5	46.8
174	501957.382	5053004.463	piano 1	C3	60	50	69.0	60.0
175	501963.741	5052913.876	piano 4	C2	55	45	58.9	50.9
176	501968.973	5052927.967	p. terra	C2	55	45	51.9	44.0
177	501969.533	5052863.540	p. terra	C3	60	50	59.3	51.6
178	501993.234	5052989.384	piano 2	C3	60	50	63.1	54.1
179	502004.065	5052972.091	piano 5	C2	55	45	59.3	50.4
180	501996.198	5052909.964	piano 1	C2	55	45	52.1	44.6
181	502014.033	5052885.020	p. terra	C2	55	45	51.5	44.2
182	502003.813	5052861.740	piano 1	C2	55	45	57.9	50.2
183	501998.195	5052925.027	piano 1	C2	55	45	51.4	43.6
184	501993.151	5052941.566	piano 1	C2	55	45	53.0	44.8
185	501982.264	5053044.943	piano 1	C3	60	50	64.7	55.8
186	501938.962	5053039.750	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
187	501993.344	5053011.306	p. terra	C3	60	50	74.0	65.1
188	502038.275	5052864.651	piano 1	C2	55	45	57.7	49.8
189	501971.973	5052966.431	piano 1	C2	55	45	57.0	48.1
190	501956.017	5052964.056	p. terra	C2	55	45	50.6	42.2
191	502036.458	5053033.671	piano 2	C3	60	50	67.5	58.5
192	501966.194	5052890.876	piano 1	C2	55	45	55.7	47.9
193	502040.609	5052960.021	piano 2	C2	55	45	53.8	45.3
194	502042.834	5052943.404	p. terra	C2	55	45	46.9	39.0
195	502043.872	5052921.408	piano 1	C2	55	45	49.4	42.0
196	502030.307	5052888.205	piano 1	C2	55	45	52.7	45.3
197	502077.018	5053006.194	piano 1	C3	60	50	70.7	61.7
198	502056.436	5052941.996	piano 1	C2	55	45	49.7	41.9
199	502070.254	5053021.591	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
200	502069.681	5052906.085	piano 1	C2	55	45	51.8	44.9
201	502095.009	5052950.213	piano 1	C2	55	45	58.6	50.6
202	502098.293	5052937.625	piano 1	C2	55	45	58.5	50.9
203	502094.876	5052890.303	piano 1	C2	55	45	58.5	51.7
204	502101.571	5052915.672	piano 2	C2	55	45	59.9	52.6
205	502139.734	5053031.009	piano 1	C3	60	50	61.3	52.5
206	502175.076	5053043.683	piano 2	C3	60	50	66.5	58.1
207	502188.389	5052956.749	piano 2	C2	55	45	62.6	53.5
208	502179.110	5052996.713	piano 1	C3	60	50	70.2	61.2
209	502207.306	5052996.062	piano 1	C3	60	50	66.2	56.9
210	502212.999	5053036.029	p. terra	C3	60	50	65.4	57.4
211	502190.052	5052884.616	piano 2	C2	55	45	55.0	47.4
212	502031.836	5052903.254	piano 1	C2	55	45	50.8	43.4
213	502092.208	5053041.873	p. terra	C3	60	50	58.0	49.0
214	502069.469	5052883.537	p. terra	C2	55	45	53.2	46.0
215	502056.955	5052924.977	piano 2	C2	55	45	51.0	43.6
216	502250.515	5052999.799	piano 1	C2	55	45	67.0	57.5
217	502030.231	5053008.660	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
218	502162.983	5052971.081	piano 2	C3	60	50	65.8	57.0
219	502055.703	5052963.151	piano 1	C2	55	45	52.2	43.8
220	502133.701	5052927.261	piano 2	C2	55	45	61.0	53.7
221	502096.920	5053019.764	p. terra	C3	60	50	72.7	63.7

222	502226.887	5052996.108	piano 1	C2	55	45	65.5	56.0
223	502240.679	5052951.472	piano 1	C2	55	45	61.4	52.1
224	502060.686	5053042.691	p. terra	C3	60	50	58.5	49.6
225	501860.666	5052906.847	piano 1	C3	60	50	63.3	55.1

RUMORE AMBIENTALE FUTURO (PIANO PIU' ESPOSTO)

Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Piano	Classe	Lim. Diurno	Lim. Notturno	Leq Diurno	Leq Notturno
1	501990.605	5052697.118	piano 2	C2	55	45	64.5	58.2
2	502135.242	5052586.319	piano 2	C2	55	45	64.2	57.6
3	502171.122	5052579.036	piano 1	C3	60	50	66.2	59.7
4	502258.472	5052474.376	piano 1	C3	60	50	70.2	61.8
5	502257.223	5052444.796	piano 2	C3	60	50	57.0	48.3
6	502271.501	5052472.906	piano 2	C3	60	50	68.0	60.6
7	502272.213	5052421.222	p. terra	C3	60	50	48.6	41.1
8	502296.772	5052447.621	piano 2	C3	60	50	66.7	59.9
9	502284.200	5052460.200	piano 2	C3	60	50	67.0	60.0
10	502290.146	5052400.503	piano 1	C3	60	50	57.6	50.7
11	502290.549	5052398.856	p. terra	C3	60	50	56.7	49.9
12	502308.229	5052436.157	piano 2	C3	60	50	66.5	59.8
13	502247.604	5052412.854	piano 2	C3	60	50	57.5	48.8
14	502279.196	5052433.082	p. terra	C3	60	50	50.3	43.4
15	502445.567	5052522.229	piano 1	C2	55	45	69.0	59.7
16	502482.229	5052522.766	piano 1	C3	60	50	68.3	59.3
17	502502.471	5052522.688	piano 1	C3	60	50	68.1	59.1
18	502521.499	5052522.592	piano 1	C3	60	50	68.0	59.0
19	502515.569	5052570.207	piano 3	C3	60	50	54.9	46.0
20	502518.440	5052539.408	piano 3	C3	60	50	60.1	51.1
21	502507.768	5052539.991	piano 1	C3	60	50	59.6	50.7
22	502463.616	5052536.883	piano 1	C3	60	50	61.8	52.6
23	502480.416	5052538.830	piano 1	C3	60	50	52.2	43.1
24	502424.627	5052543.503	piano 2	C2	55	45	63.6	54.5
25	502471.470	5052556.254	piano 5	C3	60	50	56.4	47.2
26	502464.766	5052612.186	piano 5	C3	60	50	48.9	39.9
27	502496.048	5052558.137	piano 1	C3	60	50	43.1	34.4
28	502439.630	5052577.022	piano 2	C2	55	45	52.9	43.8
29	502447.546	5052561.700	piano 2	C2	55	45	56.5	47.3
30	502414.970	5052574.048	piano 1	C2	55	45	53.3	44.2
31	502454.894	5052593.640	piano 3	C2	55	45	48.6	39.6
32	502451.107	5052614.554	piano 2	C2	55	45	43.5	34.9
33	502476.086	5052655.177	piano 1	C3	60	50	52.1	43.6
34	502535.250	5052636.066	piano 1	C3	60	50	45.2	36.7
35	502436.731	5052651.176	piano 2	C2	55	45	51.5	42.9
36	502225.132	5052531.699	piano 1	C3	60	50	69.0	62.4
37	502303.821	5052520.610	piano 1	C3	60	50	67.8	59.8
38	502339.522	5052745.783	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
39	502318.458	5052778.347	p. terra	C3	60	50	56.8	51.4
40	502337.425	5052586.867	piano 1	C3	60	50	67.2	57.9
41	502337.651	5052614.200	piano 1	C3	60	50	67.0	57.7
42	502339.975	5052771.753	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
43	502353.670	5052582.230	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
44	502354.511	5052673.605	piano 1	C2	55	45	67.2	57.9
45	502358.559	5052684.737	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
46	502354.864	5052715.743	piano 1	C2	55	45	67.4	58.1
47	502354.603	5052691.197	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
48	502355.800	5052777.485	p. terra	C2	55	45	68.0	58.6
49	502364.625	5052796.761	piano 1	C2	55	45	64.0	54.7
50	502391.475	5052520.993	piano 1	C2	55	45	69.8	60.5
51	502402.025	5052546.377	piano 4	C2	55	45	58.7	49.5
52	502388.237	5052648.092	piano 2	C2	55	45	57.9	48.7
53	502337.950	5052636.750	piano 1	C3	60	50	66.6	57.3

54	502340.065	5052529.561	piano 1	C3	60	50	69.0	59.7
55	502340.607	5052551.677	piano 1	C3	60	50	68.3	59.0
56	502310.353	5052555.461	piano 3	C3	60	50	61.5	54.1
57	502338.960	5052684.003	piano 1	C3	60	50	66.9	57.5
58	502356.263	5052825.664	piano 1	C2	55	45	68.3	58.8
59	502341.267	5052815.779	piano 1	C2	55	45	67.3	57.9
60	502339.114	5052709.840	piano 1	C3	60	50	66.9	57.6
61	502322.235	5052795.018	p. terra	C3	60	50	58.8	53.3
62	502365.697	5052519.239	p. terra	C2	55	45	70.8	61.2
63	502542.567	5052661.870	p. terra	C3	60	50	57.0	48.5
64	502500.390	5052666.887	p. terra	C3	60	50	56.8	48.3
65	502430.775	5052667.241	p. terra	C2	55	45	55.8	47.2
66	502558.869	5052769.767	piano 6	C2	55	45	53.1	43.7
67	502509.582	5052778.770	piano 5	C3	60	50	56.3	46.8
68	502472.560	5052765.977	piano 1	C3	60	50	50.5	41.1
69	502492.430	5052757.545	piano 1	C3	60	50	49.8	40.4
70	502422.032	5052774.027	piano 1	C3	60	50	47.2	37.8
71	502545.810	5052793.583	piano 1	C2	55	45	55.5	46.1
72	502545.008	5052779.317	piano 1	C2	55	45	50.1	40.7
73	502533.399	5052803.300	piano 1	C3	60	50	60.6	51.1
74	502428.131	5052807.027	piano 5	C3	60	50	56.0	46.6
75	502386.539	5052368.882	p. terra	C3	60	50	66.1	59.8
76	502405.796	5052493.036	piano 1	C3	60	50	69.6	60.6
77	502440.573	5052416.731	piano 1	C3	60	50	66.0	56.2
78	502466.540	5052467.727	piano 6	C3	60	50	63.1	54.0
79	502465.940	5052445.681	piano 2	C3	60	50	54.0	45.1
80	502489.598	5052477.149	piano 3	C3	60	50	65.4	56.3
81	502473.850	5052477.603	piano 3	C3	60	50	65.5	56.4
82	502489.388	5052471.634	piano 5	C3	60	50	61.0	51.9
83	502475.395	5052472.399	piano 5	C3	60	50	62.1	53.0
84	502470.737	5052395.977	piano 2	C3	60	50	61.8	52.4
85	502497.705	5052458.026	piano 3	C3	60	50	56.9	48.0
86	502487.423	5052385.145	piano 1	C3	60	50	56.1	47.6
87	502314.547	5052802.128	p. terra	C2	55	45	58.2	53.0
88	502491.163	5052822.444	piano 1	C3	60	50	64.3	54.9
89	502398.214	5052839.033	piano 1	C2	55	45	66.4	57.0
90	502341.645	5052841.229	piano 1	C2	55	45	68.5	59.0
91	502310.534	5052851.578	piano 1	C2	55	45	58.5	49.5
92	502518.328	5052844.403	piano 1	C2	55	45	64.9	55.5
93	502381.800	5052859.926	p. terra	C2	55	45	65.8	56.3
94	502331.307	5052874.825	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
95	502277.955	5052907.097	piano 2	C2	55	45	60.3	50.9
96	502401.402	5052888.706	p. terra	C2	55	45	52.5	43.1
97	502270.373	5052915.737	p. terra	C2	55	45	61.1	51.8
98	502236.749	5052926.760	piano 2	C2	55	45	59.4	50.1
99	502406.218	5052909.833	piano 1	C2	55	45	51.9	42.5
100	502545.713	5052925.314	piano 1	C2	55	45	46.8	37.3
101	502546.508	5052942.549	piano 1	C2	55	45	48.9	39.4
102	502278.506	5052924.331	p. terra	C2	55	45	66.4	57.0
103	502291.386	5052926.022	piano 1	C2	55	45	58.0	48.6
104	502250.909	5052941.500	p. terra	C2	55	45	63.9	54.5
105	502547.674	5052967.585	piano 2	C2	55	45	55.3	45.7
106	502546.767	5052948.264	piano 2	C2	55	45	50.6	41.1
107	502414.793	5052958.052	piano 1	C2	55	45	52.8	43.2
108	502464.687	5052972.082	piano 3	C2	55	45	59.3	49.7
109	502354.585	5052959.588	p. terra	C2	55	45	70.5	61.1

110	502354.880	5052974.379	p. terra	C2	55	45	70.4	60.9
111	502288.934	5052980.759	piano 1	C2	55	45	60.2	50.6
112	502269.304	5052989.763	piano 1	C2	55	45	63.0	53.5
113	502544.150	5053002.963	p. terra	C2	55	45	69.1	59.5
114	502427.970	5053003.277	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
115	502548.088	5052976.505	piano 2	C2	55	45	56.3	46.7
116	502307.469	5052895.292	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
117	502518.640	5053000.068	piano 1	C2	55	45	67.3	57.7
118	502303.242	5052957.612	p. terra	C2	55	45	50.5	41.1
119	502344.438	5052934.416	p. terra	C2	55	45	69.1	59.7
120	502511.892	5052922.957	piano 1	C2	55	45	48.7	39.3
121	502341.661	5052978.646	piano 1	C2	55	45	67.2	57.7
122	502414.528	5052936.670	piano 1	C2	55	45	49.7	40.1
123	502369.492	5052908.431	piano 1	C2	55	45	63.2	53.7
124	502235.892	5052878.933	piano 8	C2	55	45	53.8	44.5
125	502510.266	5052973.392	piano 4	C2	55	45	54.2	44.6
126	502369.696	5053004.022	p. terra	C2	55	45	70.5	60.9
127	502392.013	5053003.618	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
128	502367.134	5052895.572	piano 1	C2	55	45	66.4	56.9
129	502402.389	5052858.927	piano 1	C2	55	45	65.9	56.4
130	502445.949	5052854.142	piano 1	C2	55	45	65.5	56.1
131	502319.007	5052999.161	piano 1	C2	55	45	66.6	57.0
132	502354.320	5052918.350	p. terra	C2	55	45	70.5	61.0
133	502354.395	5052936.976	p. terra	C2	55	45	70.7	61.2
134	502391.561	5052863.181	p. terra	C2	55	45	62.8	53.4
135	502492.319	5053003.215	p. terra	C2	55	45	69.9	60.3
136	502306.130	5052909.074	p. terra	C2	55	45	66.6	57.2
137	502405.635	5053003.357	p. terra	C2	55	45	70.2	60.6
138	502562.297	5052823.644	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
139	502578.447	5052821.618	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
140	502546.320	5052802.421	piano 2	C2	55	45	58.2	48.7
141	502553.779	5052918.981	piano 1	C2	55	45	46.3	36.8
142	502569.654	5052946.518	piano 4	C2	55	45	53.1	43.5
143	502589.572	5052996.912	piano 1	C2	55	45	65.8	56.2
144	502273.465	5053020.970	p. terra	C3	60	50	64.2	54.6
145	502306.052	5053054.927	piano 1	C3	60	50	53.8	44.3
146	502327.315	5053017.380	piano 1	C3	60	50	67.2	57.6
147	502383.081	5053013.598	p. terra	C2	55	45	69.5	59.9
148	502386.364	5053042.549	piano 2	C2	55	45	57.6	48.0
149	502412.338	5053028.134	piano 1	C2	55	45	63.4	53.8
150	502561.918	5053014.927	p. terra	C2	55	45	67.6	58.0
151	502562.123	5053035.292	piano 1	C2	55	45	54.0	44.4
152	502532.621	5053047.435	piano 1	C2	55	45	48.7	39.2
153	502456.251	5053014.153	p. terra	C2	55	45	68.1	58.5
154	502498.025	5053050.750	piano 1	C2	55	45	47.8	38.3
155	502499.741	5053034.493	piano 1	C2	55	45	55.6	46.0
156	502508.609	5053015.331	p. terra	C2	55	45	67.7	58.1
157	502512.851	5053053.910	piano 1	C2	55	45	49.0	39.4
158	502523.232	5053038.922	piano 1	C2	55	45	54.2	44.6
159	502529.838	5053011.334	p. terra	C2	55	45	72.3	62.7
160	502437.277	5053017.384	piano 1	C2	55	45	66.3	56.7
161	502424.600	5053036.727	piano 1	C2	55	45	59.4	49.8
162	502491.833	5053015.447	piano 1	C2	55	45	67.9	58.3
163	501890.643	5052871.476	piano 2	C3	60	50	62.9	54.9
164	501885.084	5052994.722	piano 1	C3	60	50	66.0	57.2
165	501886.842	5052861.385	piano 1	C2	55	45	58.7	50.7

166	501909.824	5052859.497	piano 1	C3	60	50	64.1	56.1
167	501917.533	5052958.409	piano 1	C2	55	45	59.5	51.2
168	501923.996	5052921.600	p. terra	C3	60	50	59.8	51.9
169	501924.853	5052995.487	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
170	501940.933	5052924.133	p. terra	C2	55	45	55.0	47.2
171	501946.273	5052869.895	piano 1	C3	60	50	65.0	57.0
172	501965.512	5053038.656	piano 3	C3	60	50	66.4	57.5
173	501952.631	5052920.161	p. terra	C2	55	45	54.5	46.8
174	501957.382	5053004.463	piano 1	C3	60	50	69.0	60.0
175	501963.741	5052913.876	piano 4	C2	55	45	58.9	50.9
176	501968.973	5052927.967	p. terra	C2	55	45	51.9	44.0
177	501969.533	5052863.540	p. terra	C3	60	50	59.3	51.6
178	501993.234	5052989.384	piano 2	C3	60	50	63.1	54.1
179	502004.065	5052972.091	piano 5	C2	55	45	59.3	50.4
180	501996.198	5052909.964	piano 1	C2	55	45	52.1	44.5
181	502014.033	5052885.020	p. terra	C2	55	45	51.6	44.2
182	502003.813	5052861.740	piano 1	C2	55	45	57.9	50.1
183	501998.195	5052925.027	piano 1	C2	55	45	51.4	43.6
184	501993.151	5052941.566	piano 1	C2	55	45	52.9	44.8
185	501982.264	5053044.943	piano 1	C3	60	50	64.7	55.8
186	501938.962	5053039.750	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
187	501993.344	5053011.306	p. terra	C3	60	50	74.0	65.1
188	502038.275	5052864.651	piano 1	C2	55	45	57.7	49.7
189	501971.973	5052966.431	piano 1	C2	55	45	57.0	48.1
190	501956.017	5052964.056	p. terra	C2	55	45	50.6	42.2
191	502036.458	5053033.671	piano 2	C3	60	50	67.5	58.5
192	501966.194	5052890.876	piano 1	C2	55	45	55.7	47.9
193	502040.609	5052960.021	piano 2	C2	55	45	53.8	45.2
194	502042.834	5052943.404	p. terra	C2	55	45	47.0	39.1
195	502043.872	5052921.408	piano 1	C2	55	45	49.4	41.7
196	502030.307	5052888.205	piano 1	C2	55	45	52.7	45.2
197	502077.018	5053006.194	piano 1	C3	60	50	70.7	61.7
198	502056.436	5052941.996	piano 1	C2	55	45	49.7	41.8
199	502070.254	5053021.591	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
200	502069.681	5052906.085	piano 1	C2	55	45	51.8	44.9
201	502095.009	5052950.213	piano 1	C2	55	45	58.6	50.6
202	502098.293	5052937.625	piano 1	C2	55	45	58.5	50.9
203	502094.876	5052890.303	piano 1	C2	55	45	58.5	51.7
204	502101.571	5052915.672	piano 2	C2	55	45	59.9	52.6
205	502139.734	5053031.009	piano 1	C3	60	50	61.3	52.6
206	502175.076	5053043.683	piano 2	C3	60	50	66.5	58.1
207	502188.389	5052956.749	piano 2	C2	55	45	62.6	53.5
208	502179.110	5052996.713	piano 1	C3	60	50	70.2	61.2
209	502207.306	5052996.062	piano 1	C3	60	50	66.2	56.9
210	502212.999	5053036.029	p. terra	C3	60	50	65.4	57.4
211	502190.052	5052884.616	piano 2	C2	55	45	54.9	47.1
212	502031.836	5052903.254	piano 1	C2	55	45	50.8	43.4
213	502092.208	5053041.873	p. terra	C3	60	50	58.0	49.0
214	502069.469	5052883.537	p. terra	C2	55	45	53.3	45.9
215	502056.955	5052924.977	piano 2	C2	55	45	51.0	43.5
216	502250.515	5052999.799	piano 1	C2	55	45	67.0	57.5
217	502030.231	5053008.660	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
218	502162.983	5052971.081	piano 2	C3	60	50	65.8	57.0
219	502055.703	5052963.151	piano 1	C2	55	45	52.2	43.7
220	502133.701	5052927.261	piano 2	C2	55	45	61.0	53.7
221	502096.920	5053019.764	p. terra	C3	60	50	72.7	63.7

222	502226.887	5052996.108	piano 1	C2	55	45	65.5	56.0
223	502240.679	5052951.472	piano 1	C2	55	45	61.4	52.1
224	502060.686	5053042.691	p. terra	C3	60	50	58.5	49.6
225	501860.666	5052906.847	piano 1	C3	60	50	63.3	55.1

RUMORE RESIDUO (PIANO PIU' ESPOSTO)

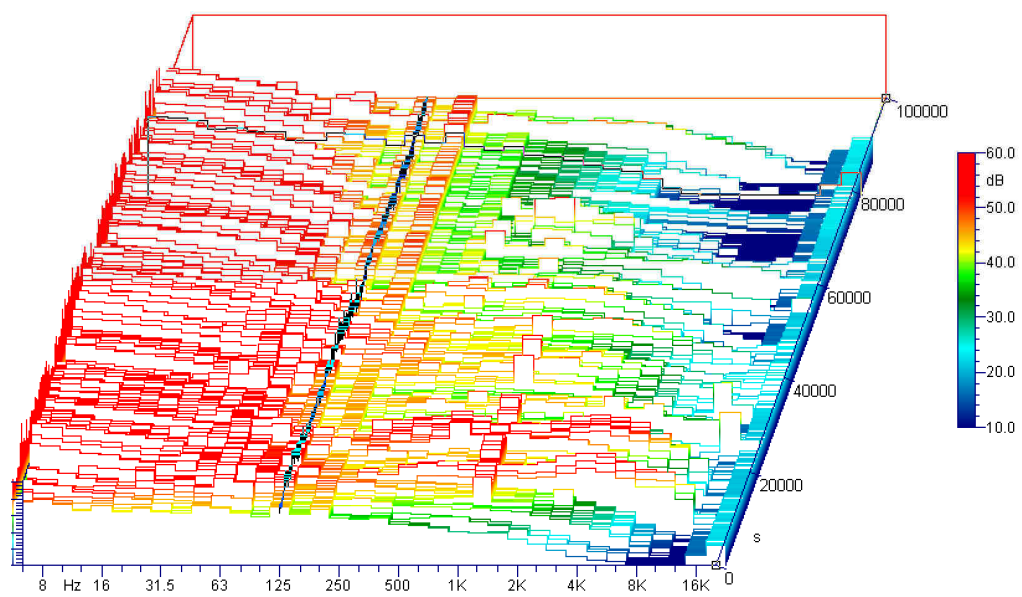
Ricettore	Coord. X	Coord. Y	Piano	Classe	Lim. Diurno	Lim. Notturno	Leq Diurno	Leq Notturno
1	501990.605	5052697.118	piano 2	C2	55	45	64.4	58.2
2	502135.242	5052586.319	piano 2	C2	55	45	64.1	57.5
3	502171.122	5052579.036	piano 1	C3	60	50	66.2	59.7
4	502258.472	5052474.376	piano 1	C3	60	50	70.2	61.8
5	502257.223	5052444.796	piano 2	C3	60	50	57.0	48.3
6	502271.501	5052472.906	piano 2	C3	60	50	68.0	60.5
7	502272.213	5052421.222	p. terra	C3	60	50	48.6	41.1
8	502296.772	5052447.621	piano 2	C3	60	50	66.7	59.8
9	502284.200	5052460.200	piano 2	C3	60	50	66.9	59.9
10	502290.146	5052400.503	piano 1	C3	60	50	57.6	50.7
11	502290.549	5052398.856	p. terra	C3	60	50	56.7	49.9
12	502308.229	5052436.157	piano 2	C3	60	50	66.5	59.7
13	502247.604	5052412.854	piano 2	C3	60	50	57.5	48.8
14	502279.196	5052433.082	p. terra	C3	60	50	50.3	43.4
15	502445.567	5052522.229	piano 1	C2	55	45	69.0	59.7
16	502482.229	5052522.766	piano 1	C3	60	50	68.3	59.3
17	502502.471	5052522.688	piano 1	C3	60	50	68.1	59.1
18	502521.499	5052522.592	piano 1	C3	60	50	68.0	59.0
19	502515.569	5052570.207	piano 3	C3	60	50	54.9	46.0
20	502518.440	5052539.408	piano 3	C3	60	50	60.1	51.1
21	502507.768	5052539.991	piano 1	C3	60	50	59.6	50.7
22	502463.616	5052536.883	piano 1	C3	60	50	61.8	52.6
23	502480.416	5052538.830	piano 1	C3	60	50	52.2	43.1
24	502424.627	5052543.503	piano 2	C2	55	45	63.6	54.5
25	502471.470	5052556.254	piano 5	C3	60	50	56.4	47.2
26	502464.766	5052612.186	piano 5	C3	60	50	48.9	39.9
27	502496.048	5052558.137	piano 1	C3	60	50	43.1	34.4
28	502439.630	5052577.022	piano 2	C2	55	45	52.9	43.8
29	502447.546	5052561.700	piano 2	C2	55	45	56.5	47.3
30	502414.970	5052574.048	piano 1	C2	55	45	53.3	44.2
31	502454.894	5052593.640	piano 3	C2	55	45	48.6	39.6
32	502451.107	5052614.554	piano 2	C2	55	45	43.5	34.9
33	502476.086	5052655.177	piano 1	C3	60	50	52.2	43.8
34	502535.250	5052636.066	piano 1	C3	60	50	45.2	36.8
35	502436.731	5052651.176	piano 2	C2	55	45	51.7	43.2
36	502225.132	5052531.699	piano 1	C3	60	50	69.0	62.4
37	502303.821	5052520.610	piano 1	C3	60	50	67.2	59.2
38	502339.522	5052745.783	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
39	502318.458	5052778.347	p. terra	C3	60	50	56.6	51.2
40	502337.425	5052586.867	piano 1	C3	60	50	67.2	57.9
41	502337.651	5052614.200	piano 1	C3	60	50	67.0	57.7
42	502339.975	5052771.753	piano 1	C3	60	50	66.7	57.3
43	502353.670	5052582.230	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
44	502354.511	5052673.605	piano 1	C2	55	45	67.2	57.9
45	502358.559	5052684.737	piano 1	C2	55	45	62.9	53.6
46	502354.864	5052715.743	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
47	502354.603	5052691.197	piano 1	C2	55	45	67.3	58.0
48	502355.800	5052777.485	p. terra	C2	55	45	68.0	58.6
49	502364.625	5052796.761	piano 1	C2	55	45	64.0	54.8
50	502391.475	5052520.993	piano 1	C2	55	45	69.8	60.5
51	502402.025	5052546.377	piano 4	C2	55	45	58.7	49.5
52	502388.237	5052648.092	piano 2	C2	55	45	58.0	48.8
53	502337.950	5052636.750	piano 1	C3	60	50	66.6	57.3

54	502340.065	5052529.561	piano 1	C3	60	50	68.9	59.6
55	502340.607	5052551.677	piano 1	C3	60	50	68.3	59.0
56	502310.353	5052555.461	piano 3	C3	60	50	61.1	53.6
57	502338.960	5052684.003	piano 1	C3	60	50	66.9	57.5
58	502356.263	5052825.664	piano 1	C2	55	45	68.3	58.8
59	502341.267	5052815.779	piano 1	C2	55	45	67.3	57.9
60	502339.114	5052709.840	piano 1	C3	60	50	66.9	57.6
61	502322.235	5052795.018	p. terra	C3	60	50	59.0	53.4
62	502365.697	5052519.239	p. terra	C2	55	45	70.8	61.1
63	502542.567	5052661.870	p. terra	C3	60	50	57.0	48.5
64	502500.390	5052666.887	p. terra	C3	60	50	56.8	48.4
65	502430.775	5052667.241	p. terra	C2	55	45	55.8	47.3
66	502558.869	5052769.767	piano 6	C2	55	45	53.1	43.7
67	502509.582	5052778.770	piano 5	C3	60	50	56.3	46.9
68	502472.560	5052765.977	piano 1	C3	60	50	50.5	41.1
69	502492.430	5052757.545	piano 1	C3	60	50	49.8	40.5
70	502422.032	5052774.027	piano 1	C3	60	50	47.2	37.9
71	502545.810	5052793.583	piano 1	C2	55	45	55.5	46.1
72	502545.008	5052779.317	piano 1	C2	55	45	50.1	40.7
73	502533.399	5052803.300	piano 1	C3	60	50	60.6	51.1
74	502428.131	5052807.027	piano 5	C3	60	50	56.0	46.6
75	502386.539	5052368.882	p. terra	C3	60	50	66.1	59.8
76	502405.796	5052493.036	piano 1	C3	60	50	69.6	60.6
77	502440.573	5052416.731	piano 1	C3	60	50	66.0	56.2
78	502466.540	5052467.727	piano 6	C3	60	50	63.1	54.0
79	502465.940	5052445.681	piano 2	C3	60	50	54.0	45.1
80	502489.598	5052477.149	piano 3	C3	60	50	65.4	56.3
81	502473.850	5052477.603	piano 3	C3	60	50	65.5	56.4
82	502489.388	5052471.634	piano 5	C3	60	50	61.0	51.9
83	502475.395	5052472.399	piano 5	C3	60	50	62.1	53.0
84	502470.737	5052395.977	piano 2	C3	60	50	61.8	52.4
85	502497.705	5052458.026	piano 3	C3	60	50	56.9	48.0
86	502487.423	5052385.145	piano 1	C3	60	50	56.1	47.6
87	502314.547	5052802.128	p. terra	C2	55	45	58.4	53.0
88	502491.163	5052822.444	piano 1	C3	60	50	64.3	54.9
89	502398.214	5052839.033	piano 1	C2	55	45	66.4	57.0
90	502341.645	5052841.229	piano 1	C2	55	45	68.5	59.0
91	502310.534	5052851.578	piano 1	C2	55	45	58.6	49.6
92	502518.328	5052844.403	piano 1	C2	55	45	64.9	55.5
93	502381.800	5052859.926	p. terra	C2	55	45	65.8	56.3
94	502331.307	5052874.825	piano 1	C2	55	45	67.5	58.1
95	502277.955	5052907.097	piano 2	C2	55	45	60.3	50.9
96	502401.402	5052888.706	p. terra	C2	55	45	52.5	43.1
97	502270.373	5052915.737	p. terra	C2	55	45	61.2	51.8
98	502236.749	5052926.760	piano 2	C2	55	45	59.4	50.1
99	502406.218	5052909.833	piano 1	C2	55	45	51.9	42.5
100	502545.713	5052925.314	piano 1	C2	55	45	46.8	37.3
101	502546.508	5052942.549	piano 1	C2	55	45	48.9	39.4
102	502278.506	5052924.331	p. terra	C2	55	45	66.4	57.0
103	502291.386	5052926.022	piano 1	C2	55	45	58.0	48.7
104	502250.909	5052941.500	p. terra	C2	55	45	63.9	54.5
105	502547.674	5052967.585	piano 2	C2	55	45	55.3	45.7
106	502546.767	5052948.264	piano 2	C2	55	45	50.6	41.1
107	502414.793	5052958.052	piano 1	C2	55	45	52.8	43.3
108	502464.687	5052972.082	piano 3	C2	55	45	59.3	49.7
109	502354.585	5052959.588	p. terra	C2	55	45	70.5	61.1

110	502354.880	5052974.379	p. terra	C2	55	45	70.4	60.9
111	502288.934	5052980.759	piano 1	C2	55	45	60.2	50.7
112	502269.304	5052989.763	piano 1	C2	55	45	63.0	53.5
113	502544.150	5053002.963	p. terra	C2	55	45	69.1	59.5
114	502427.970	5053003.277	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
115	502548.088	5052976.505	piano 2	C2	55	45	56.3	46.7
116	502307.469	5052895.292	piano 1	C2	55	45	62.9	53.5
117	502518.640	5053000.068	piano 1	C2	55	45	67.3	57.7
118	502303.242	5052957.612	p. terra	C2	55	45	50.6	41.1
119	502344.438	5052934.416	p. terra	C2	55	45	69.1	59.7
120	502511.892	5052922.957	piano 1	C2	55	45	48.7	39.4
121	502341.661	5052978.646	piano 1	C2	55	45	67.2	57.7
122	502414.528	5052936.670	piano 1	C2	55	45	49.7	40.2
123	502369.492	5052908.431	piano 1	C2	55	45	63.2	53.8
124	502235.892	5052878.933	piano 2	C2	55	45	54.4	46.7
125	502510.266	5052973.392	piano 4	C2	55	45	54.2	44.7
126	502369.696	5053004.022	p. terra	C2	55	45	70.5	60.9
127	502392.013	5053003.618	p. terra	C2	55	45	70.3	60.7
128	502367.134	5052895.572	piano 1	C2	55	45	66.4	56.9
129	502402.389	5052858.927	piano 1	C2	55	45	65.9	56.4
130	502445.949	5052854.142	piano 1	C2	55	45	65.5	56.1
131	502319.007	5052999.161	piano 1	C2	55	45	66.6	57.0
132	502354.320	5052918.350	p. terra	C2	55	45	70.5	61.0
133	502354.395	5052936.976	p. terra	C2	55	45	70.7	61.2
134	502391.561	5052863.181	p. terra	C2	55	45	62.8	53.4
135	502492.319	5053003.215	p. terra	C2	55	45	69.9	60.3
136	502306.130	5052909.074	p. terra	C2	55	45	66.6	57.2
137	502405.635	5053003.357	p. terra	C2	55	45	70.2	60.6
138	502562.297	5052823.644	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
139	502578.447	5052821.618	p. terra	C2	55	45	73.3	63.8
140	502546.320	5052802.421	piano 2	C2	55	45	58.2	48.7
141	502553.779	5052918.981	piano 1	C2	55	45	46.3	36.8
142	502569.654	5052946.518	piano 4	C2	55	45	53.1	43.5
143	502589.572	5052996.912	piano 1	C2	55	45	65.8	56.2
144	502273.465	5053020.970	p. terra	C3	60	50	64.2	54.6
145	502306.052	5053054.927	piano 1	C3	60	50	53.8	44.4
146	502327.315	5053017.380	piano 1	C3	60	50	67.2	57.6
147	502383.081	5053013.598	p. terra	C2	55	45	69.5	59.9
148	502386.364	5053042.549	piano 2	C2	55	45	57.6	48.0
149	502412.338	5053028.134	piano 1	C2	55	45	63.4	53.8
150	502561.918	5053014.927	p. terra	C2	55	45	67.6	58.0
151	502562.123	5053035.292	piano 1	C2	55	45	54.0	44.4
152	502532.621	5053047.435	piano 1	C2	55	45	48.7	39.2
153	502456.251	5053014.153	p. terra	C2	55	45	68.1	58.5
154	502498.025	5053050.750	piano 1	C2	55	45	47.8	38.3
155	502499.741	5053034.493	piano 1	C2	55	45	55.6	46.0
156	502508.609	5053015.331	p. terra	C2	55	45	67.7	58.1
157	502512.851	5053053.910	piano 1	C2	55	45	49.0	39.4
158	502523.232	5053038.922	piano 1	C2	55	45	54.2	44.6
159	502529.838	5053011.334	p. terra	C2	55	45	72.3	62.7
160	502437.277	5053017.384	piano 1	C2	55	45	66.3	56.7
161	502424.600	5053036.727	piano 1	C2	55	45	59.4	49.8
162	502491.833	5053015.447	piano 1	C2	55	45	67.9	58.3
163	501890.643	5052871.476	piano 2	C3	60	50	62.9	54.9
164	501885.084	5052994.722	piano 1	C3	60	50	66.0	57.2
165	501886.842	5052861.385	piano 1	C2	55	45	58.7	50.7

166	501909.824	5052859.497	piano 1	C3	60	50	64.1	56.1
167	501917.533	5052958.409	piano 1	C2	55	45	59.5	51.2
168	501923.996	5052921.600	p. terra	C3	60	50	59.8	51.9
169	501924.853	5052995.487	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
170	501940.933	5052924.133	p. terra	C2	55	45	55.1	47.2
171	501946.273	5052869.895	piano 1	C3	60	50	65.0	57.0
172	501965.512	5053038.656	piano 3	C3	60	50	66.4	57.5
173	501952.631	5052920.161	p. terra	C2	55	45	54.5	46.8
174	501957.382	5053004.463	piano 1	C3	60	50	69.0	60.0
175	501963.741	5052913.876	piano 4	C2	55	45	58.9	50.9
176	501968.973	5052927.967	p. terra	C2	55	45	51.9	44.0
177	501969.533	5052863.540	p. terra	C3	60	50	59.3	51.6
178	501993.234	5052989.384	piano 2	C3	60	50	63.1	54.1
179	502004.065	5052972.091	piano 5	C2	55	45	59.3	50.4
180	501996.198	5052909.964	piano 1	C2	55	45	52.1	44.5
181	502014.033	5052885.020	p. terra	C2	55	45	51.7	44.3
182	502003.813	5052861.740	piano 1	C2	55	45	57.9	50.1
183	501998.195	5052925.027	piano 1	C2	55	45	51.4	43.6
184	501993.151	5052941.566	piano 1	C2	55	45	53.0	44.8
185	501982.264	5053044.943	piano 1	C3	60	50	64.7	55.8
186	501938.962	5053039.750	piano 2	C3	60	50	66.3	57.4
187	501993.344	5053011.306	p. terra	C3	60	50	74.0	65.1
188	502038.275	5052864.651	piano 1	C2	55	45	57.7	49.8
189	501971.973	5052966.431	piano 1	C2	55	45	57.0	48.1
190	501956.017	5052964.056	p. terra	C2	55	45	50.6	42.2
191	502036.458	5053033.671	piano 2	C3	60	50	67.5	58.5
192	501966.194	5052890.876	piano 1	C2	55	45	55.7	47.9
193	502040.609	5052960.021	piano 2	C2	55	45	53.9	45.3
194	502042.834	5052943.404	p. terra	C2	55	45	47.3	39.5
195	502043.872	5052921.408	piano 1	C2	55	45	49.6	42.0
196	502030.307	5052888.205	piano 1	C2	55	45	52.7	45.2
197	502077.018	5053006.194	piano 1	C3	60	50	70.7	61.7
198	502056.436	5052941.996	piano 1	C2	55	45	49.8	42.0
199	502070.254	5053021.591	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
200	502069.681	5052906.085	piano 1	C2	55	45	52.2	45.2
201	502095.009	5052950.213	piano 1	C2	55	45	58.6	50.6
202	502098.293	5052937.625	piano 1	C2	55	45	58.5	50.9
203	502094.876	5052890.303	piano 1	C2	55	45	58.6	51.8
204	502101.571	5052915.672	piano 2	C2	55	45	59.9	52.6
205	502139.734	5053031.009	piano 1	C3	60	50	61.3	52.6
206	502175.076	5053043.683	piano 2	C3	60	50	66.5	58.1
207	502188.389	5052956.749	piano 2	C2	55	45	62.6	53.5
208	502179.110	5052996.713	piano 1	C3	60	50	70.2	61.2
209	502207.306	5052996.062	piano 1	C3	60	50	66.2	56.9
210	502212.999	5053036.029	p. terra	C3	60	50	65.4	57.4
211	502190.052	5052884.616	piano 2	C2	55	45	55.3	47.5
212	502031.836	5052903.254	piano 1	C2	55	45	50.8	43.4
213	502092.208	5053041.873	p. terra	C3	60	50	58.0	49.0
214	502069.469	5052883.537	p. terra	C2	55	45	53.5	46.2
215	502056.955	5052924.977	piano 2	C2	55	45	51.3	43.7
216	502250.515	5052999.799	piano 1	C2	55	45	67.0	57.5
217	502030.231	5053008.660	p. terra	C3	60	50	71.8	62.8
218	502162.983	5052971.081	piano 2	C3	60	50	65.8	57.0
219	502055.703	5052963.151	piano 1	C2	55	45	52.3	43.9
220	502133.701	5052927.261	piano 2	C2	55	45	61.0	53.7
221	502096.920	5053019.764	p. terra	C3	60	50	72.7	63.7

222	502226.887	5052996.108	piano 1	C2	55	45	65.5	56.0
223	502240.679	5052951.472	piano 1	C2	55	45	61.4	52.1
224	502060.686	5053042.691	p. terra	C3	60	50	58.5	49.6
225	501860.666	5052906.847	piano 1	C3	60	50	63.3	55.1



ALLEGATO TECNICO

SOMMARIO

1	DEFINIZIONI TECNICHE.....	3
2	CRITERI DI VALUTAZIONE.....	7
2.1	I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA.....	7
2.2	IL CRITERIO DIFFERENZIALE.....	9
2.2.1	Generalità.....	9
	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.....	9
	Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.....	10
3	TEORIA DELL'INTENSITÀ SONORA.....	11
3.1.1	Rilievo dell'intensità sonora.....	13
3.1.2	Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.....	16
3.1.3	Applicazioni dell'intensità sonora.....	20
3.1.4	Le misure eseguite sulle sorgenti.....	23
4	MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE.....	25
	GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	25
4.1	SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO.....	27
4.1.1	Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing).....	27
4.1.2	Le tipologie di sorgenti.....	28
4.1.3	La diffrazione degli ostacoli.....	29
4.1.4	L'assorbimento di elementi.....	30
4.1.5	Quote di calcolo delle mappe.....	30
4.2	RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	31
5	ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI.....	32
5.1	ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	32
5.1.1	Incertezza dello strumento.....	32
5.1.2	Incertezza della parte microfonica.....	32
5.1.3	Variabilità delle condizioni emissive della sorgente.....	32
5.1.4	Variabilità delle condizioni atmosferiche.....	32
5.1.5	Direttività dell'onda acustica incidente.....	33
5.1.6	Campo sonoro nel punto di misura.....	33
5.1.7	Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	33
5.2	ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	33
5.2.1	Tipo di modello e utilizzo dello stesso.....	34
5.2.2	Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	34
5.2.3	Dati non considerati nei modelli.....	34
5.2.4	Inserimento dati morfologici.....	34
5.2.5	Riferimenti normativi del modello.....	35
5.2.6	Scelta dei parametri di calcolo.....	35
5.2.7	Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	36
5.3	MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA.....	37
5.4	QUALI PARAMETRI MISURARE.....	38
5.5	LA DURATA DELLE MISURE.....	38
5.6	IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	38

1 Definizioni tecniche

Inquinamento acustico

Introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle altre attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Ambiente abitativo

Ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane; vengono esclusi gli ambienti di lavoro salvo quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti esterne o interne non connesse con attività lavorativa propria.

Ambiente di lavoro

E' un ambiente confinato in cui operano uno o più lavoratori subordinati, alle dipendenze sotto l'altrui direzione, anche al solo scopo di apprendere un'arte, un mestiere od una professione.

Sono equiparati a lavoratori subordinati i soci di enti cooperativi, anche di fatto, e gli allievi di istituti di istruzione o laboratori-scuola.

Rumore

Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.

Sorgente sonora

Qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina, impianto o essere vivente, atto a produrre emissioni sonore.

Sorgente specifica

Sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

Tempo a lungo termine (T_L)

Rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.

Tempo di riferimento (T_R)

Rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6.00 e le ore 22.00 e quello notturno compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00.

Tempo di osservazione (T_O)

E' un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

Tempo di misura (T_M)

All'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" L_{AS} , L_{AF} , L_{AI}

Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livelli dei valori massimi di pressione sonora L_{ASmax} , L_{AFmax} , L_{AImax}

Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"

Valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

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

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $P_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p_0 20 μ Pa è la pressione sonora di riferimento.

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ($L_{A,qTL}$)

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine (L_{AeqTL}) può essere riferito:

- al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,Tr})} \right] \quad dB(A)$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di

pressione sonora ponderata “A” risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})_i} \right] \quad dB(A)$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell’ i-esimo TR.

E’ il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL)

E’ dato dalla formula

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

dove:

$t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l’evento;

t_0 è la durata di riferimento (1 s)

Livello di rumore ambientale (LA)

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall’insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l’esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E’ il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M
- 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R

Livello di rumore residuo (LR)

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Livello differenziale di rumore (LD)

$$L_D = (L_A - L_R) \quad dB(A)$$

Livello di emissione

E’ il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, dovuto alla sorgente specifica. E’ il livello che si confronta con i limiti di emissione.

Fattore correttivo (K_i)

E' la correzione in dB(A) introdotta per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3 \text{ dB}$

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

Presenza di rumore a tempo parziale

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 ore il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).

Livello di rumore corretto (L_C)

E' definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \quad \text{dB(A)}$$

2 Criteri di valutazione

2.1 I limiti assoluti di zona

Il D.P.C.M. 1/3/91 e il successivo D.P.C.M. 14/11/97 prevedono la classificazione del territorio comunale in zone di sei classi:

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 allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

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.

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.

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.

Classe V - Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.

Classe VI - Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

Viene poi fissata una suddivisione dei livelli massimi in relazione al periodo di emissione del rumore, definito dal decreto come "Tempo di riferimento":

- *periodo diurno dalle ore 6.00 alle ore 22.00;*
- *periodo notturno dalle ore 22.00 alle ore 6.00.*

I limiti massimi di immissione prescritti nel D.P.C.M. 14/11/97, fissati per le varie aree, sono rappresentati nella tabella seguente

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

Mentre, per quel che riguarda i limiti di emissione (misurati in prossimità della sorgente sonora) abbiamo i seguenti limiti.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Classe I - Aree particolarmente protette</i>	45 dBA	35 dBA
<i>Classe II - Aree destinate ad uso residenziale</i>	50 dBA	40 dBA
<i>Classe III - Aree di tipo misto</i>	55 dBA	45 dBA
<i>Classe IV - Aree di intensa attività umana</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Classe V - Aree prevalentemente industriali</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Classe VI - Aree esclusivamente industriali</i>	65 dBA	65 dBA

Limiti massimi di emissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97)

I livelli di pressione sonora, ponderati con la curva di pesatura A, devono essere mediati attraverso il Livello Equivalente (Leq).

In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella precedente, si applicano per le sorgenti fisse i limiti di accettabilità (art. 6 D.P.C.M. 1/3/91) riportati nella tabella seguente.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	70 dBA	60 dBA
<i>Zona A (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	65 dBA	55 dBA
<i>Zona B (art. 2 D.M. n. 1444/68)</i>	60 dBA	50 dBA
<i>Aree esclusivamente industriali</i>	70 dBA	70 dBA

Limiti massimi per le diverse aree in attesa di zonizzazione (D.P.C.M. 1/3/91)

2.2 Il criterio differenziale

2.2.1 Generalità

Questo tipo di criterio è un ulteriore parametro di valutazione che si applica alle zone non esclusivamente industriali che si basa sulla differenza di livello tra il “rumore ambientale” e il “rumore residuo”.

Il “rumore ambientale” viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell’ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all’emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con “rumore residuo” si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

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

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del “rumore ambientale” e quello del “rumore residuo” misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

La misura deve essere eseguita nel “tempo di osservazione” del fenomeno acustico.

Con il termine “tempo di osservazione” viene inteso il periodo, compreso entro uno dei tempi di riferimento (diurno, notturno), durante il quale l’operatore effettua il controllo e la verifica delle condizioni di rumorosità. Nella misura del “rumore ambientale” ci si dovrà basare su un tempo significativo ai fini della determinazione del livello equivalente e comunque la misura dovrà essere eseguita nel periodo di massimo disturbo.

Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo

Secondo l’articolo 2 del decreto 11.12.1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a

ciclo produttivo continuo”, si intende per impianto a ciclo produttivo continuo:

- quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;
- quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione.

Inoltre si intende per impianto a ciclo produttivo continuo esistente quello in esercizio o autorizzato all'esercizio o per il quale sia stata presentata domanda di autorizzazione all'esercizio precedente all'entrata in vigore del decreto (15 giorni dopo la pubblicazione del decreto nella Gazzetta Ufficiale, avvenuta il 4 marzo 1997).

Secondo l'articolo 3 dello stesso decreto, gli impianti a ciclo produttivo continuo esistenti hanno l'obbligo del rispetto del criterio differenziale solo quando non siano rispettati i valori limite assoluti di zona. Se i valori limite assoluti di zona sono rispettati, questi impianti non devono rispettare il criterio differenziale; se invece i valori limite assoluti non sono rispettati, dovranno realizzare di un piano di risanamento acustico finalizzato anche al rispetto dei valori limite differenziali.

Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente.

“Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.”

Al punto 6 di tale Circolare viene specificato che:

“Si precisa infine che nel caso di impianto esistente oggetto di modifica (ampliamento, adeguamento ambientale, etc.), non espressamente contemplato dall'art. 3 del decreto ministeriale 11 dicembre 1996, l'interpretazione corrente della norma si traduce nell'applicabilità del criterio differenziale limitatamente ai nuovi impianti che costituiscono la modifica.”

3 Teoria dell'intensità sonora.

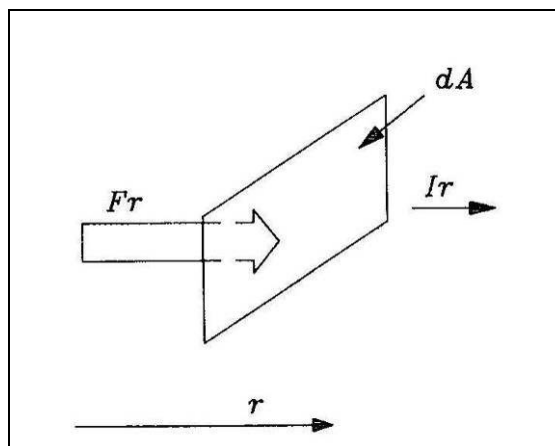
I primi studi sull'intensità sonora risalgono agli anni trenta (H.F. OLSON) ma è solo con l'avvento delle misure eseguite con tecniche di analisi in tempo reale che si sono potuti realizzare studi più approfonditi.

Il rilevamento di questa grandezza rende possibile la quantificazione dell'energia sonora emessa da una sorgente, e uno studio approfondito sulle caratteristiche di emissione della stessa.

L'intensità sonora (anche chiamata flusso di energia sonora), come abbiamo già visto precedentemente, è una grandezza vettoriale che descrive la quantità di flusso dell'energia sonora in una certa direzione.

Dal punto di vista fisico si differenzia notevolmente dalla pressione sonora (parametro a cui siamo certamente più abituati) perché quest'ultima è una grandezza scalare e non ci fornisce nessuna informazione di tipo direzionale.

Essendo un'energia che attraversa una superficie in un certo tempo, come nella seguente figura,



Forza che agisce su una superficie

dimensionalmente l'intensità sonora verrà misurata in W/m^2 .

Senza considerare una particolare direzione l'intensità sonora sarà data dalla relazione:

$$I = p \cdot u \quad [W/m^2]$$

dove:

p = valore di pressione sonora;

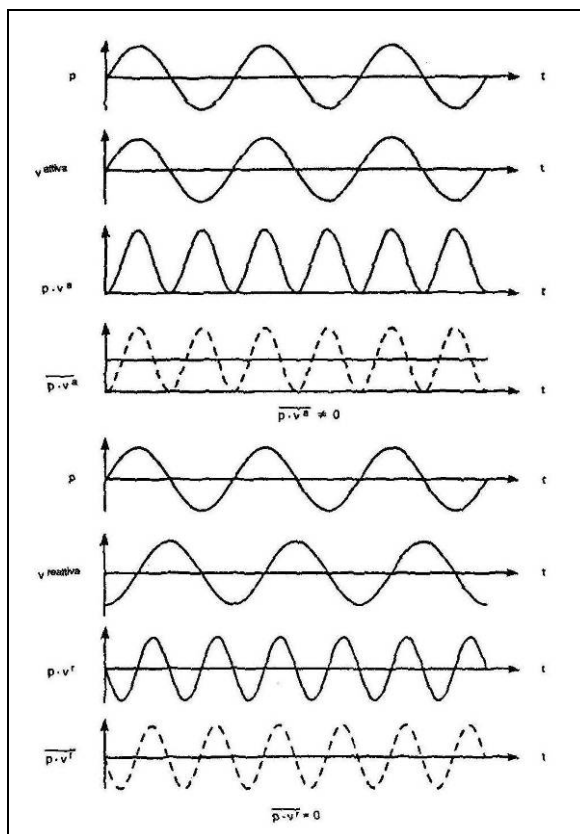
u = velocità delle particelle.

Attenzione però, questo è vero solo nel caso in cui la velocità delle particelle non abbia delle componenti di tipo continuo (che non esista flusso d'aria).

Queste componenti possono essere evitate, entro certi limiti, attraverso l'uso di appositi schermi controvento.

Una delle particolarità dell'intensità sonora è la possibilità di distinguere la parte attiva del campo sonoro da quella reattiva: per parte attiva, si intende il campo sonoro creato da un'onda in assenza di riflessioni (campo libero) e per parte reattiva il campo sonoro determinato dalle continue riflessioni dell'onda (campo riverberante).

Possiamo immaginare queste due componenti presenti nella velocità (u) delle particelle sfasate tra di loro di 90° ; come nella figura seguente.



Andamenti dell'intensità sonora in relazione alla reattività del campo acustico

Si può notare come la parte reattiva, in quanto risultato del prodotto tra pressione e velocità eseguito come nella relazione precedente, dia un risultato nullo.

La possibilità di rilevare queste due componenti era fino ad oggi impossibile da realizzare con i normali mezzi di misura in uso, in particolare con i fonometri, perché la pressione sonora misurata è il contributo dei due campi (attivo e reattivo) e modificando la direzione di rilevamento del microfono i dati non cambiano, proprio perché la sua risposta spaziale deve essere omnidirezionale.

3.1.1 Rilievo dell'intensità sonora.

La direzionalità dei rilievi di intensità sonora viene sfruttata completamente in due principali applicazioni:

- 1) misura della potenza sonora;
- 2) ricerca dei punti di emissione di una sorgente.

Prima di entrare nel merito di queste applicazioni chiariamo come sia possibile sfruttare la teoria per realizzare un sistema di rilievo dell'intensità sonora.

Tornando, brevemente, alla relazione espressa dalla formula si può notare come per ottenere il valore di intensità sonora bisogna conoscere sia la pressione sonora che la velocità delle particelle, però mentre è molto semplice ottenere i valori di pressione con i mezzi usuali cioè con sistemi microfonic a condensatore, più complesso diventa il rilievo della seconda grandezza.

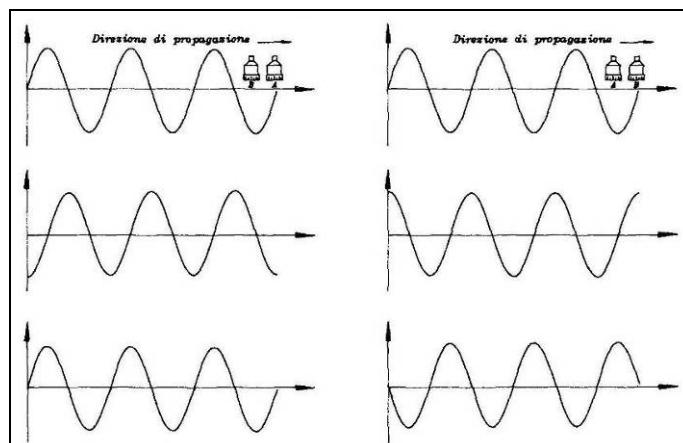
Uno dei metodi di indagine sulla velocità delle particelle è dato dall'uso di un anemometro a filo caldo con altissima sensibilità di risposta. Le difficoltà nell'applicare una simile metodica stanno nella limitata dinamica e soprattutto nella impossibilità di utilizzo per le normali misure ambientali, l'apparato è infatti sufficientemente delicato da limitarne l'uso quasi esclusivamente ad applicazioni di laboratorio.

Ricordando le considerazioni fatte dove si analizzavano i legami tra pressione sonora e velocità delle particelle potremo ricavare quest'ultima grandezza dalla prima attraverso un processo di integrazione dei valori di pressione presi in due punti abbastanza vicini.

Quanto è lecita un'approssimazione simile?

Sicuramente è valida se la separazione tra i due punti (Δr) è molto più piccola della lunghezza d'onda del suono analizzato.

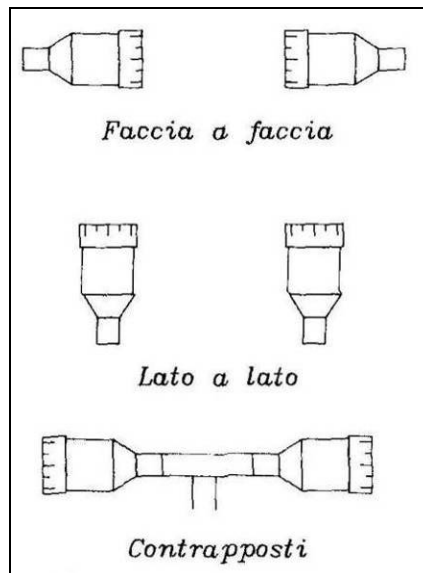
La misura della pressione nei due punti A e B viene svolta con due microfoni ravvicinati ed il segno (positivo o negativo) dell'intensità sonora viene determinato dalla reciproca posizione degli stessi, come riportato nella seguente figura.



Risposta dei microfoni accoppiati nel campo sonoro

Le indicazioni sul segno che otteniamo dal prodotto tra p e u dipenderanno anche dalla direzione dell'onda sonora, per cui nella direzione di provenienza noi otterremo sempre un massimo che sarà positivo se si prende come riferimento il microfono più vicino alla sorgente, mentre avremo un valore negativo se la sonda viene posizionata in senso contrario.

Le tecniche di posizionamento dei due microfoni sono di diverso tipo e fanno capo a diverse scuole; ognuno di essi posseggono vantaggi e svantaggi. Noi analizzeremo solo quella più diffusa e precisa che vede i due microfoni affacciati l'uno all'altro (face-to-face) come rappresentato nella figura sottostante.



Diversi tipi di posizionamento dei microfoni

La risposta direzionale della sonda così composta viene riportata nella seguente figura,

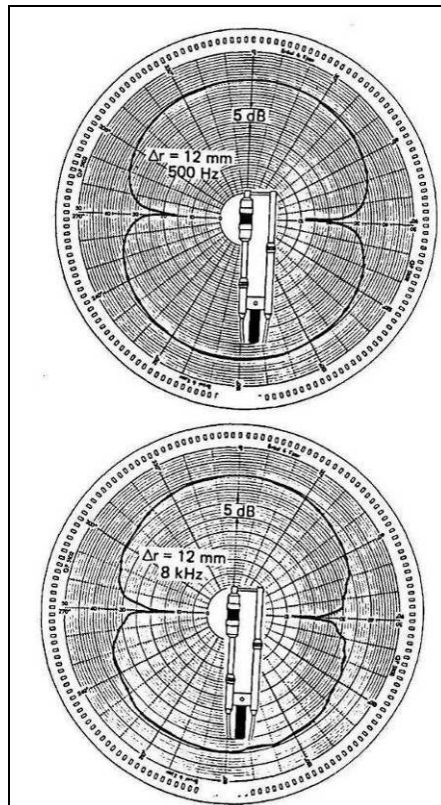
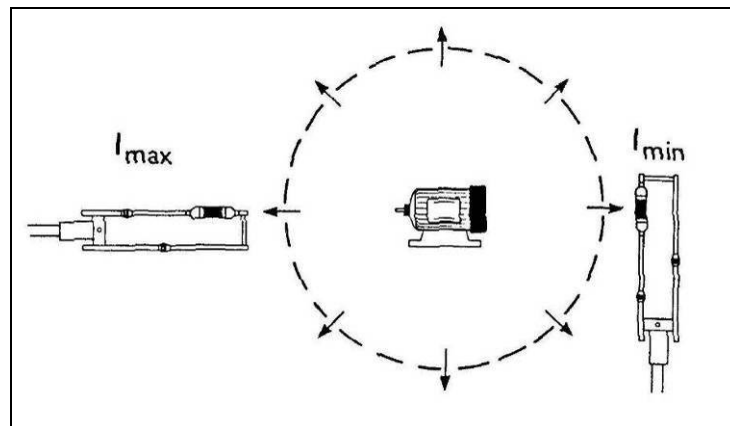


Diagramma polare della risposta della sonda intensimetrica

dove possiamo notare la principale caratteristica di omnidirezionalità. Nella direzione della freccia abbiamo un minimo di lettura per cui nel passaggio materiale della sonda sulla sorgente si avrà in successione una lettura del microfono A, il minimo di lettura, una lettura da parte del microfono B. Questo fa sì che, quando la direzione di provenienza dell'onda è quella indicata dalla freccia in figura, il livello letto, dalla sonda, tende a essere molto piccolo.

Spostando questa sonda rispetto ad una sorgente fissa otterremo in un certo istante un brusco cambiamento di lettura strumentale, segno che la pressione rilevata prima dal microfono A e successivamente dal microfono B ora viene letta prima dal microfono B e poi da A.

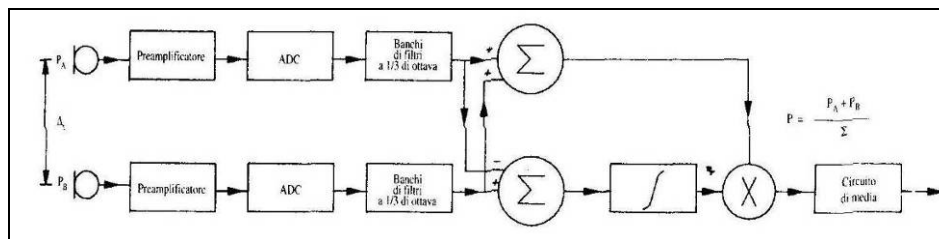
Il punto in cui avviene questo cambiamento di direzione ci indica una delle tre coordinate cartesiane spaziali necessarie per l'individuazione della sorgente come riportato nella seguente figura.



Direzionalità della sonda intensimetrica

Interpolando i dati così ottenuti si potranno costruire delle mappe di emissione sonora di cui più avanti vedremo alcuni esempi.

Il circuito elettronico che esegue questo calcolo è descritto nella figura seguente.



Schema a blocchi di un misuratore di intensità sonora

Si possono osservare i due distinti canali A e B che vengono da un lato sommati e dall'altro sottratti, infine dopo alcune operazioni i valori risultanti vengono moltiplicati ottenendo il valore dell'intensità sonora. Questo valore di intensità viene fornito filtrato in terzi di ottava o in ottave attraverso una serie di filtri digitali.

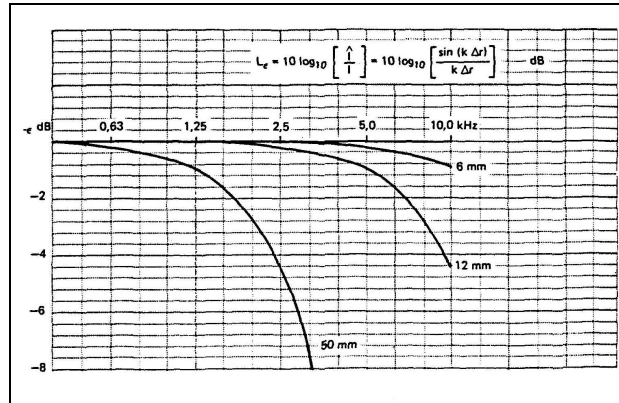
Questo è sicuramente un metodo molto diretto e non richiedendo molti passaggi, può essere considerato come un rilievo di intensità in tempo reale.

Esiste un altro metodo, per eseguire il rilievo dell'intensità sonora, che si basa sull'uso di un analizzatore in tempo reale a due canali con tecnica FFT (trasformata veloce di Fourier). In questo caso le frequenze vengono sintetizzate attraverso algoritmi matematici per cui viene rallentato notevolmente il calcolo dell'intensità sonora stessa.

3.1.2 Limitazioni nel rilievo dell'intensità sonora.

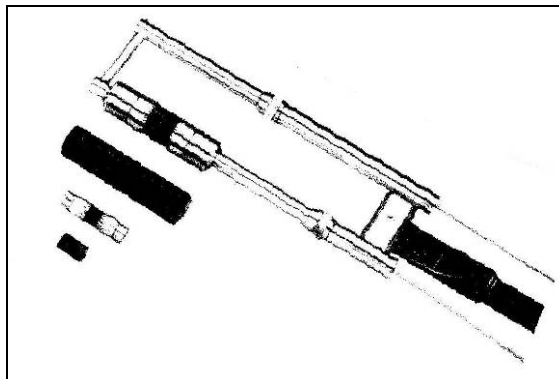
Si è già accennato alla prima grande limitazione della misura dell'intensità sonora: considerare un intervallo discreto Δr al posto di uno continuo. E' evidente infatti che le approssimazioni ottenute introducendo variazioni discrete al posto di una derivata continua nel calcolo della velocità particellare, sono valide solo se la lunghezza d'onda misurata è molto più grande del Δr che separa i microfoni.

I problemi iniziano quindi a sorgere per lunghezze d'onda piccole cioè in alta frequenza. Se possiamo esprimere l'errore di misura commesso in funzione delle frequenze per diverse distanze a cui vengono posti i microfoni otteniamo l'andamento descritto nel grafico seguente.

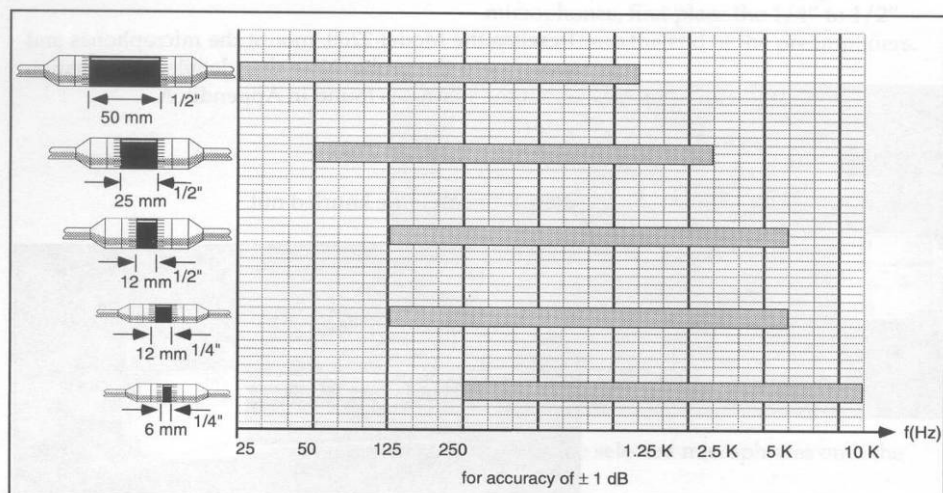


Limite alle alte frequenze in relazione allo spaziatore usato

Per poter misurare campi di frequenze diversi si possono quindi adottare diversi spaziatori e diversi tipi di microfoni come questi riportati nelle figure seguenti.



Sonda intensimetrica e spaziatori



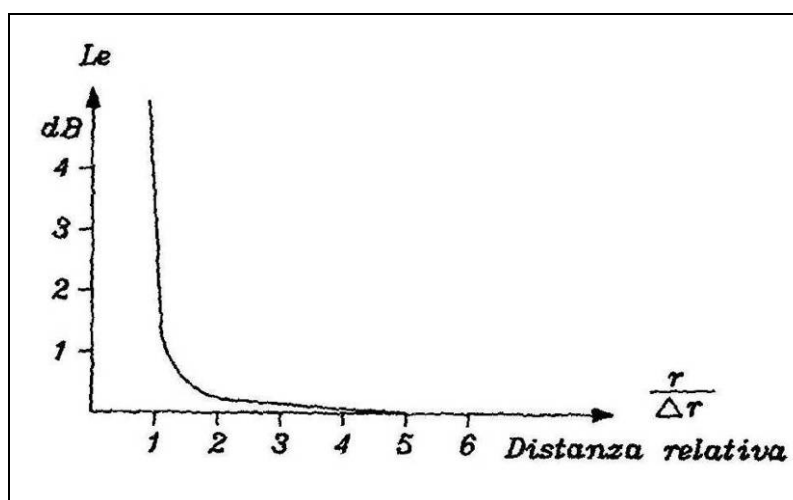
Campo di misura in frequenza in relazione alla diversa distanza tra i due microfoni

Come si può notare la possibilità di misurare frequenze alte viene notevolmente migliorata con l'adozione di microfoni da 1/4 di pollice e spaziatori molto piccoli.

Un secondo errore lo si può avere nella misura dell'intensità sonora in campo vicino.

In effetti, supponendo la sorgente puntiforme e con un tipo di irradiazione a monopolo, quando la misura viene eseguita a distanze paragonabili a quelle dello spaziatore tra i due microfoni si può incorrere in grossolani errori.

Rappresentando l'errore commesso in funzione del rapporto $r/\Delta r$ otteniamo il seguente grafico.



Errore dovuto alla distanza relativa

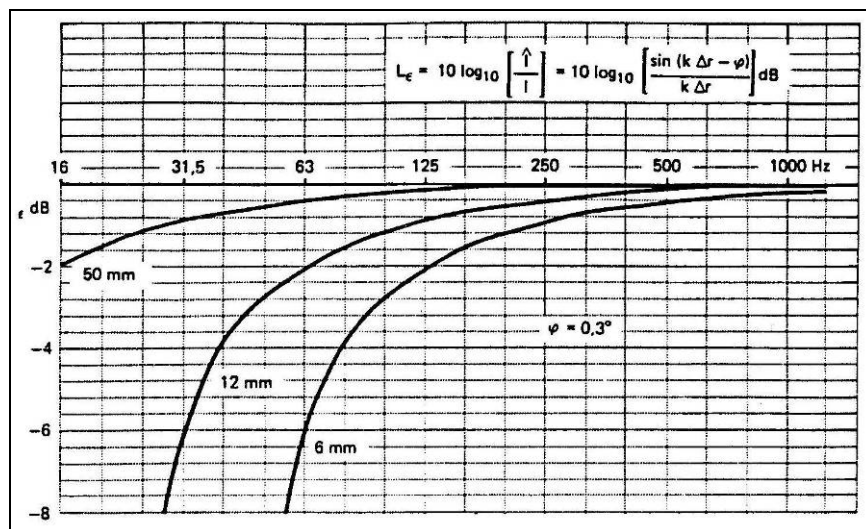
La distanza minima di misura, per non commettere errori, si differenzia a seconda del tipo di emissione sonora e aumenta con l'allontanarsi dalle condizioni di sorgente monopolo, come si può notare nella tabella seguente.

Tipo di sorgente	Errore di prossimità minore di 1 (dB)
Monopolo	$> 1.1 r$
Dipolo	$> 1.6 r$
Quadrupolo	$> 2.3 r$

Errore in decibel legato al tipo di irradiazione della sorgente

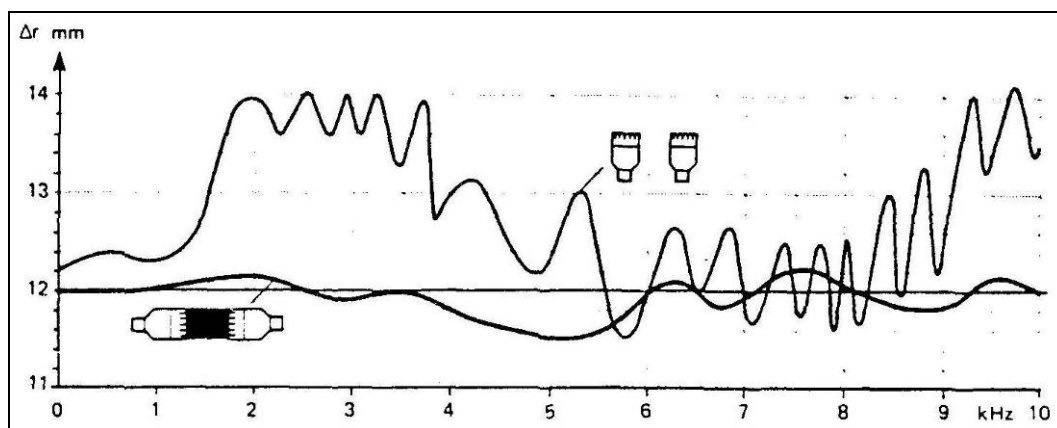
Uno dei problemi fondamentali nel rilievo dell'intensità sonora, rimane comunque la, sempre presente, differenza di fase tra i due canali alle diverse frequenze. Questa differenza si può avere sia sulla parte elettronica, che comunque è sempre più controllabile, sia sulle caratteristiche dei microfoni che possono solo essere selezionati ed accoppiati.

Il limite di misura in questo caso viene imposto sulle basse frequenze ed è più critico con microfoni ravvicinati piuttosto che nella configurazione faccia-a-faccia, come possiamo notare nel grafico seguente.



Limite alle basse frequenze in relazione allo spaziatore usato

Una differenza di fase dei due microfoni provoca inoltre uno spostamento del centro acustico degli stessi per cui la distanza Δr , sarà anch'essa funzione della frequenza. Come si può osservare nella seguente figura,

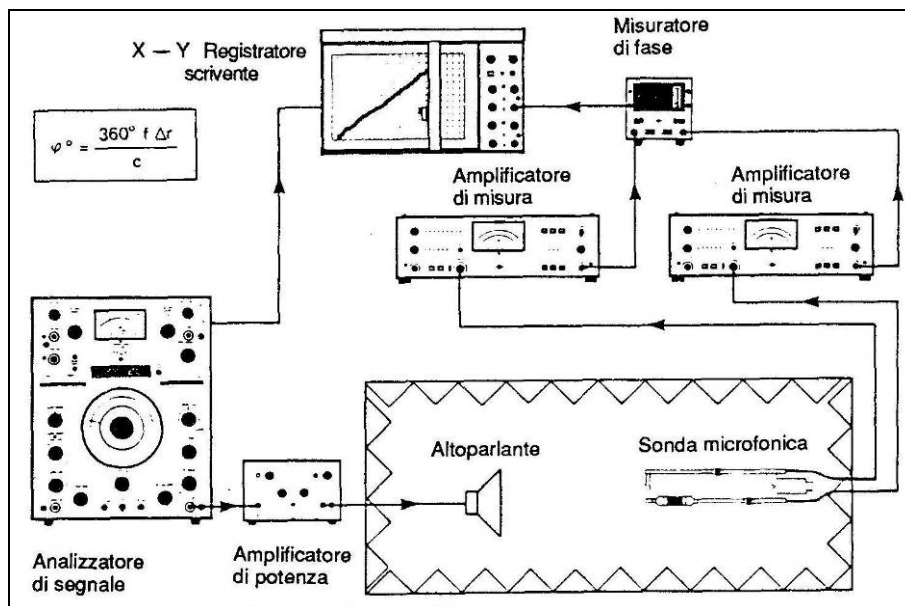


Errore di fase tra i due sistemi di posizionamento dei microfoni

vengono mostrate le risposte di due tipi di sistemi di sonda utilizzabili, cioè microfoni messi faccia a faccia e microfoni avvicinati di lato.

La scelta dei microfoni dovrà tener conto di tutti questi fattori, rendendo necessaria una accurata selezione ed una precisa taratura di tutta la catena.

Un sistema di calibrazione per rilevare la separazione del centro acustico dei microfoni è quello rappresentato nella seguente figura



Sistema di calibrazione della sonda intensimetrica

in cui si ha da un lato la parte di generazione (scansione sinusoidale di frequenza) e dall'altro la parte di analisi formata da due amplificatori di misura le cui uscite vengono ben analizzate da un misuratore di fase e successivamente il risultato viene riportato in forma grafica su un registratore X-Y.

3.1.3 Applicazioni dell'intensità sonora.

L'applicazione più importante è data sicuramente dalla possibilità di ricavare direttamente la potenza sonora emessa da una sorgente particolare.

La potenza sonora emessa da una sorgente ha un valore uguale all'integrale del prodotto scalare del vettore di intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, individuata su una qualunque superficie che circonda completamente la sorgente.

Ricordiamo la relazione esistente tra intensità sonora e potenza

$$W = \int_S I \, da = \int_S I_n \, da \quad [W]$$

dove:

I_n è il valore dell'intensità sonora nella direzione perpendicolare alla superficie di misura.

Eseguendo una media dei valori rilevati su questa superficie con tempi di integrazione sufficientemente lunghi, si potrà ricavare direttamente il valore della potenza sonora con il solo prodotto del valore di intensità mediata spazialmente per quello della superficie di inviluppo.

Tutto questo senza ricorrere a misure in ambienti qualificati.

L'utilizzo dei valori di potenza rilevati con queste metodiche non è ancora previsto dalle vigenti raccomandazioni anche se la precisione diventa comparabile con i risultati ottenuti con i procedimenti di misura descritti nelle norme specifiche.

Le norme internazionali precedenti che descrivono i metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore, principalmente la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747, indicano senza eccezione il livello di pressione sonora come la grandezza acustica primaria da misurare. La relazione tra il livello di intensità sonora e il livello di pressione sonora in qualunque punto dipende dalle caratteristiche della sorgente, dalle caratteristiche dell'ambiente di misurazione e dalla disposizione delle posizioni di misurazione rispetto alla sorgente. Perciò le norme dalla ISO 3740 alla ISO 3747 specificano necessariamente le caratteristiche della sorgente, le caratteristiche dell'ambiente di prova e le procedure di definizione, oltre ai metodi di misurazione che permettono di ridurre, entro limiti accettabili, l'incertezza della determinazione del livello di potenza sonora.

Le procedure specificate dalla ISO 3740 alla ISO 3747 non sono sempre applicabili, per le ragioni seguenti:

a) Se è richiesto un alto grado di precisione sono necessari costosi apparati di prova: sovente non è possibile installare e mettere in funzione apparecchiature di grandi dimensioni in tali installazioni.

b) Questi non possono essere utilizzati in presenza di livelli elevati di rumore residuo generato da sorgenti diverse da quelle allo studio.

Lo scopo della ISO 9614 è quello di specificare dei metodi grazie ai quali possano essere determinati i livelli di potenza sonora di sorgenti, entro limiti specifici di incertezza e in condizioni di prova che siano meno restrittive di quelle richieste dalla serie dalla ISO 3740 a ISO 3747. La potenza sonora è quella determinata in sito mediante il procedimento descritto nella prima parte della ISO 9614; è fisicamente una funzione dell'ambiente e, in alcuni casi, può essere differente dalla potenza sonora della stessa sorgente, determinata in altre condizioni.

La ISO 9614 completa la serie dalla ISO 3740 alla ISO 3747 che specificano diversi metodi per la determinazione dei livelli di potenza sonora di macchine ed apparecchiature. Si differenzia da queste norme internazionali soprattutto in tre aspetti:

- ✓ Vengono eseguite le misurazioni di intensità sonora e, contemporaneamente, di pressione sonora;
- ✓ L'incertezza del livello di potenza sonora determinato con il metodo specificato nella ISO 9614 è classificata in base ai risultati di prove ausiliarie specificate e di calcoli eseguiti congiuntamente alle misurazioni di prova;
- ✓ I limiti attuali della strumentazione per misure intensimetriche restringono le misurazioni alle bande di terzo di ottava comprese tra 50 Hz e 6,3 kHz. I valori ponderati A entro un numero limitato di bande sono determinati a partire dai valori componenti per bande di ottava e di terzo di ottava e non da misurazioni dirette ponderate A.

La ISO 9614 fornisce un metodo per la determinazione del livello di potenza sonora di una sorgente di rumore fissa a partire da misurazioni dell'intensità sonora su una superficie che circonda la sorgente. In teoria, l'integrale, su qualunque superficie che circonda completamente la sorgente, del prodotto scalare del vettore di Intensità sonora per il vettore della superficie elementare associata, fornisce la misura della potenza sonora emessa direttamente nell'aria da tutte le sorgenti comprese nella superficie circostante ed

esclude il suono emesso dalle sorgenti poste al di fuori di questa superficie. In presenza di sorgenti sonore che operano al di fuori della superficie di misurazione, qualunque sistema che si trovi compreso all'interno della superficie può assorbire una frazione dell'energia che riceve. La potenza sonora totale assorbita all'interno della superficie di misurazione appare come contributo negativo alla potenza della sorgente e può provocare un errore durante la determinazione della potenza sonora; per poter ridurre l'errore associato alla misurazione, è perciò necessario eliminare eventuali materiali fonoassorbenti che si trovino all'interno della superficie di misurazione e che non siano normalmente presenti durante il funzionamento della sorgente in prova.

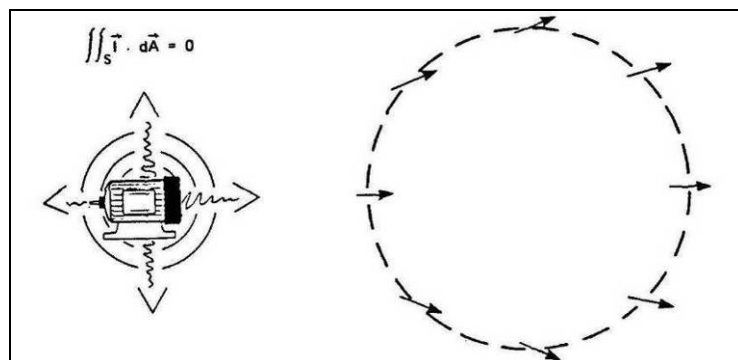
La prima parte della ISO 9614 si basa sul campionamento in punti discreti del campo di intensità sonora normale alla superficie di misurazione. L'errore di campionamento risultante è una funzione della variazione spaziale della componente di intensità normale sulla superficie di misurazione, che dipende dalla direttività della sorgente, dalla superficie di campionamento scelta, dalla distribuzione dei punti di campionamento e dalla vicinanza di sorgenti estranei al di fuori della superficie di misurazione.

La precisione di misurazione della componente normale dell'intensità sonora in un punto dipende dalla differenza tra il livello di pressione sonora locale e il livello di intensità sonora normale locale. Può verificarsi una grande differenza quando il vettore intensità nella posizione di misurazione forma un ampio angolo (prossimo a 90°) con la perpendicolare locale alla superficie di misurazione. In altri casi, il livello di pressione sonora locale può includere notevoli contributi provenienti da sorgenti situate all'esterno della superficie di misurazione, ma può essere associato ad un debole flusso netto di energia sonora, come nel caso di un campo riverberante in uno spazio chiuso; oppure il campo può essere notevolmente reattivo a causa della presenza di un campo vicino e/o in presenza di onde stazionarie.

Nel caso di misure di intensità sonora diretta i vantaggi sono molteplici, facciamo ora un breve riepilogo:

- a) Non esistono restrizioni sul tipo di campo sonoro che si utilizza per cui ci si può porre sia in campo vicino (con le raccomandazioni del caso) che in campo lontano facendo però variare il numero di punti di misura. Infatti per le misure in campo vicino l'elemento importante da prendere in considerazione è la direzionalità di emissione delle sorgenti; per avere un dato attendibile bisogna aumentare il numero dei punti di rilievo.
- b) Non viene richiesto nessun ambiente particolare per cui le misure di potenza possono essere eseguite in qualunque ambiente.
- c) La misura può anche essere eseguita in presenza di rumore esterno alla sorgente a patto che questo sia di carattere continuo.
- d) L'area su cui viene eseguita la media può avere qualunque forma. Questo diventa importante con sorgenti di grandi dimensioni e di forma strana.
- e) E' possibile analizzare sorgenti costituite da parti congiunte, sia come misura totale di emissione sia come misura parziale della singola struttura.

Se la sorgente è esterna alla superficie di misura, nel processo di integrazione il contributo di intensità da un lato della superficie sarà uguale e contrario a quello rilevato dal lato opposto per cui i due contributi si annullano e il risultato pertanto sarà pari a zero (questo se nella superficie di misura non esistono altre sorgenti, come nella seguente figura.



Applicazione del teorema di Gauss all'intensità sonora

Il dato di intensità sonora rilevata dall'integrazione sulla superficie sarà solo quello emesso internamente alla superficie stessa senza che questa sia influenzata da emissioni esterne.

Questo, diventa molto importante nella determinazione della potenza emessa da un singolo elemento di una struttura complessa dal punto di vista acustico.

3.1.4 Le misure eseguite sulle sorgenti

Nell'allegato specifico riportiamo tutti i dati relativi alla misura delle diverse sorgenti. Questi sono posti sotto forma di report, come mostrato nella figura sottostante. Sono state valutate anche le emissioni derivanti dalle barre che in presenza di umidità dell'aria generano rumore per il cosiddetto "effetto corona", anche se non è stato realizzare un vero e proprio report di misura.

Posizionamento: sorgente in normale funzionamento al centro della superficie di inviluppo
 Sorgente misurata: Frantumatore
 Superficie di inviluppo: 28 m²
 Incertezza associata (KwA): 1.4 dBA
 Indicatore di campo $L_{eq} > F_{ref}$ Si
 Indicatore di campo $F_{ref} \leq 3$ dB Si
 Strumentazione utilizzata: SINUS - Apollo 4 ch



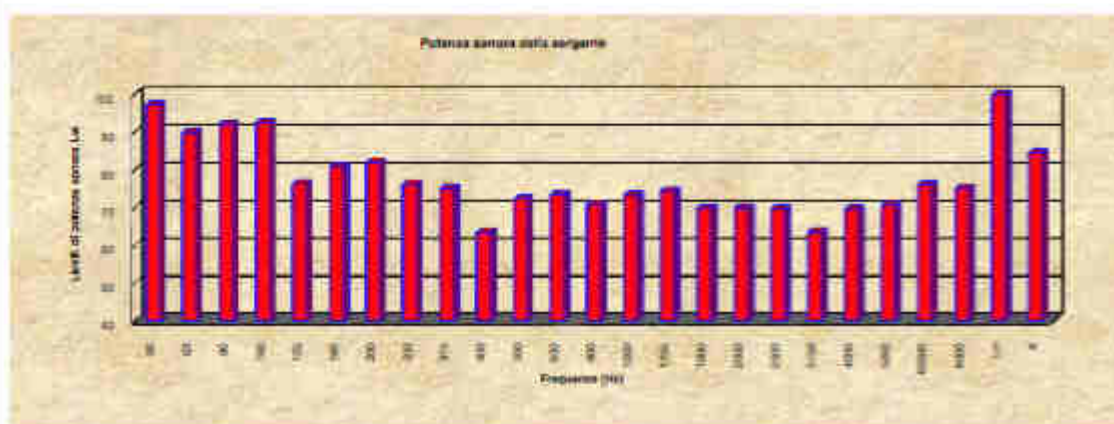
Tipologia superficie di inviluppo



Dimensioni superficie di inviluppo

Lunghezza (m) 2
 Larghezza (m) 2
 Altezza (m) 3
 Superficie di inviluppo (m²) 28

Freq (Hz)	L_{eq} (dB)	L_{eq} (dB)	L_{eq} (dB)
50	90.1	82.7	97.2
63	82.6	75.4	89.9
80	84.1	77.6	92.1
100	84.7	78.1	92.6
125	81.5	61.9	76.4
160	79.7	66.3	80.8
200	79.7	67.6	82.1
250	78.5	61.8	76.3
315	76.6	60.5	75.0
400	73.4	49.0	63.5
500	70.1	57.8	72.3
630	70.1	58.9	73.4
800	68.0	56.4	70.9
1000	67.8	58.8	73.3
1250	67.4	59.8	74.3
1600	65.7	55.2	69.7
2000	64.8	55.5	70.0
2500	65.0	55.2	69.7
3150	65.2	49.1	63.6
4000	65.4	55.1	69.6
5000	65.8	56.3	70.8
63000	66.3	81.6	76.1
8000	65.6	60.6	75.1
Lin	93.6		100.1
A	80.4		84.6



Esempio di report di una sorgente misurata

4 Modellistica matematica sul rumore

Diamo una breve descrizione del modello matematico utilizzato ai fini delle previsioni di impatto acustico in esame.

Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

- Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente.

Dovremo quindi tenere conto di questa eventualità e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);

L_w è il livello di potenza sonora medio (dB);

D_c è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo $D_c=0$ dB indica che la sorgente è omnidirezionale o che comunque non possiede una spiccata direttività.

I termini che compongono D_c sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index* D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

$D_\Omega = 0$ dB emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);

$D_\Omega = 3$ dB emissione su 2π radianti (una superficie riflettente);

$D_\Omega = 6$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti);

$D_\Omega = 9$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_{\Omega} = 0$ dB emissione su 4π radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_{\Omega} = 3$ dB emissione su 2π radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 3$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$ dB emissione su π radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_{\Omega} = 6$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_{\Omega} = 9$ dB emissione su $\pi/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora L_p presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

L_p è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);

L_{wd} è il livello di potenza sonora corretto (dB);

A è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine A possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rfl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

A_{div} è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);

A_{atm} è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);

A_{ter} è l'attenuazione del terreno (dB);

A_{rfl} è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);

A_{dif} è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);

A_{misc} è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

4.1 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 prodotto dalla Braunstein + Bernt GmbH.

E' il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.

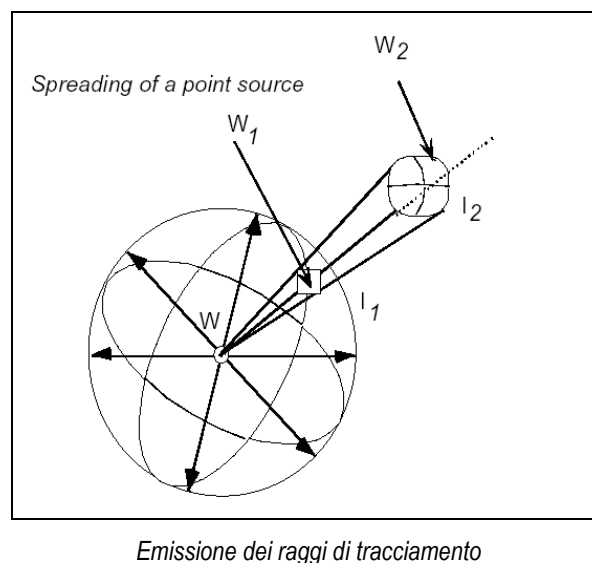
Il problema di un qualunque modello matematico è che questi sono nati per sparare fuori numeri e se non c'è un operatore in grado di capire se l'output sono cose sensate o meno il risultato può essere disastroso. Non a caso abbiamo sviluppato un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

4.1.1 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La situazione viene descritta nella figura seguente.



Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.

4.1.2 Le tipologie di sorgenti

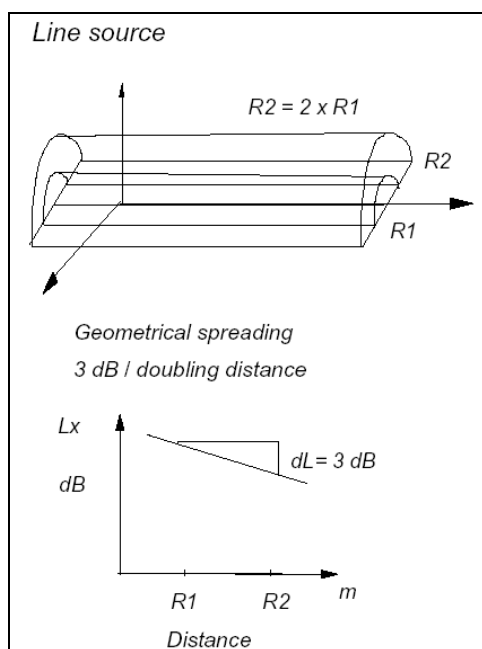
Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

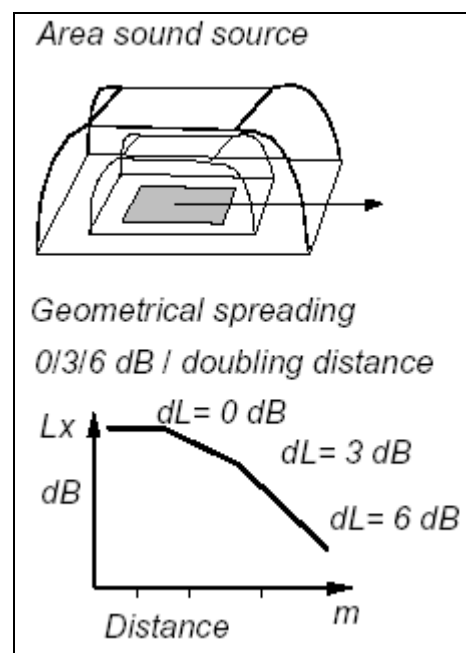
Per le sorgenti puntiformi vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti varie abbiamo una situazione che viene descritta nella figura seguente.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali.



Emissione di una sorgente lineiforme

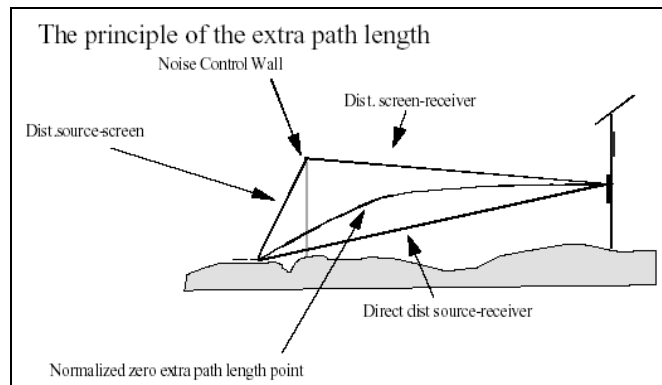


Emissione di una sorgente areale

4.1.3 La diffrazione degli ostacoli

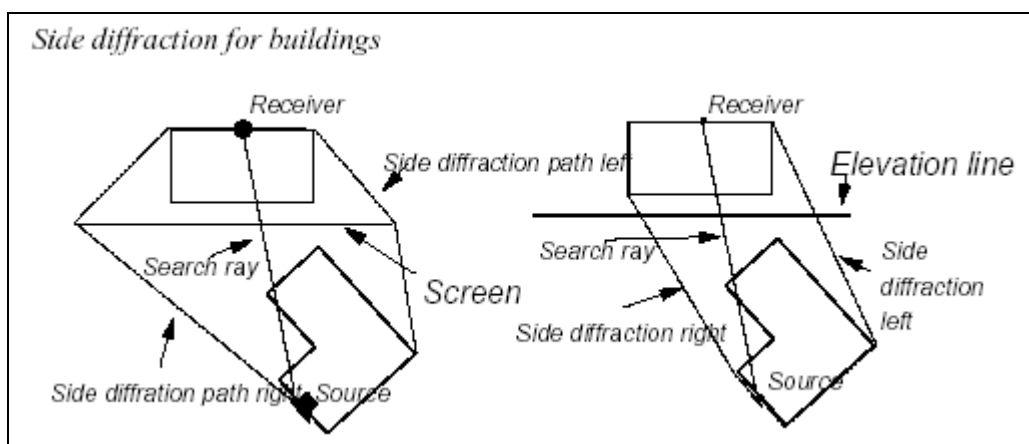
Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.



Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

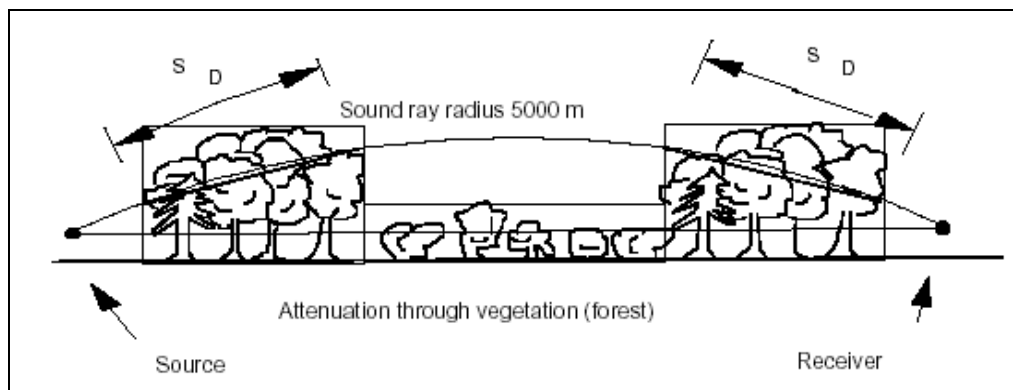


Diffrazioni laterali

4.1.4 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

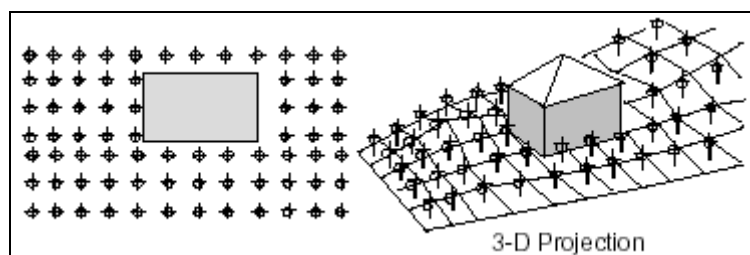
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

4.1.5 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

4.2 Riferimenti normativi del modello utilizzato

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immission of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"

5 Accuratezza delle misure e delle simulazioni

5.1 Accuratezza delle misure acustiche

I problemi relativi all'accuratezza della misura sono diversi ed in particolare dobbiamo tenere in considerazione:

- incertezza dello strumento;
- incertezza del sistema microfonico per esterni;
- variabilità dell'emissione della sorgente;
- condizioni atmosferiche;
- direttività dell'onda sonora incidente;
- campo sonoro nel punto di misura.

5.1.1 Incertezza dello strumento

Evitando di scavare troppo nelle problematiche metrologiche degli strumenti per il rilevamento del rumore, diciamo che la sola parte di analisi del segnale (il corpo dello strumento con il suo sistema di alimentazione senza microfono) una volta che è stato verificato presso un centro SIT ha un notevole livello di accuratezza che potremmo riassumere entro i 0,3 dB(A).

5.1.2 Incertezza della parte microfonica

Questa parte è sicuramente quella che della catena strumentale può avere più problemi. Infatti dobbiamo pensare che il microfono ed in particolare la membrana è sottoposta a escursioni termiche notevoli e non sempre il funzionamento continua a essere lineare. Anche l'umidità incide pesantemente sulla risposta del microfono in quanto questo è fondamentalmente un condensatore che ha come dielettrico l'aria e quando questa è umida variano le condizioni di movimento della membrana e della conducibilità dielettrica.

Dalle osservazioni svolte in molti anni di misure e in molteplici verifiche su sistemi di monitoraggio per esterni, la variabilità di risposta dei microfoni per esterni può essere contenuta entro 1 dB(A).

5.1.3 Variabilità delle condizioni emissive della sorgente

Se non avvengono fatti strani, come ad esempio per un'infrastruttura può essere un incidente stradale (anche se questi sono all'ordine del giorno), la ripetibilità emissiva di un insieme di sorgenti sul territorio è notevole e da giorno a giorno (almeno per i feriali) abbiamo valori medi globali che si discostano entro 1 dB(A).

La maggior variabilità del rumore emesso la si ha nel periodo notturno, dove i flussi di traffico sono di molto inferiori a quelli diurni e le velocità salgono.

5.1.4 Variabilità delle condizioni atmosferiche

Per il fatto stesso che le misure vengono eseguite all'aperto, questi elementi sono più importanti di quanto sembri. Una variazione della velocità dell'aria, anche modesta, può comportare una variazione di livello di alcuni dB(A), per cui è bene che le misure avvengano in condizioni pressoché stabili.

In condizioni di controllo dei parametri dove si hanno temperature comprese tra i 5 e i 35 °C, velocità dell'aria inferiore a 1 m/s e umidità compresa tra il 30 e il 90% con un normale sistema per esterni possiamo stare sotto un'incertezza di 0,5 dB(A).

5.1.5 Direttività dell'onda acustica incidente

Questa componente non è di grande rilevanza quando parliamo di rumore proveniente da infrastrutture viarie (che costituiscono, statisticamente, un contributo pari al 90% del clima acustico del territorio) in quanto le frequenze in gioco vanno dai 100 ai 1000 Hz.

5.1.6 Campo sonoro nel punto di misura

Questo elemento può avere una certa importanza se nelle vicinanze del punto di misura vi sono superfici riflettenti.

Sicuramente i valori rilevati ad una stessa distanza dal bordo dell'infrastruttura ma in due contesti di campo sonoro diversi possono portare a differenze di alcuni dB(A).

L'importante è che se questa misura è finalizzata alla taratura del modello matematico, ne si tenga conto in fase di simulazione.

5.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure

Tenuto conto delle grandezze che intervengono nella determinazione del misurando, l'incertezza associata alle misure acustiche può essere espressa attraverso la relazione seguente

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n u_i^2(y)$$

La quantità $u_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, N$) è il contributo all'incertezza standard associata al valore stimato y di *output* risultante dall'incertezza standard associata x_i

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

dove c_i è il coefficiente di sensibilità associato al valore stimato di *input* x_i , ad esempio la derivata parziale della funzione modello f rispetto ad X_i , valutata al valore stimato di *input* x_i ,

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{X_i = x_1 \dots X_N = x_N}$$

Il coefficiente di sensibilità c_i descrive l'estensione con la quale il valore dei dati di uscita y è influenzato dalle variazioni del valore stimato di *input* x_i .

Nel nostro caso, con le ampiezze di incertezza espresse nei punti precedenti, in condizioni meteo normali abbiamo un'incertezza totale sulla misura acustica pari a

$$u(m) = 1.64 \text{ dBA}$$

5.2 Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;
- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

5.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso

Vi sono in commercio diversi modelli matematici dedicati all'acustica con costi e prestazioni svariate. Non spetta a me dire quale è quello buono e quello non buono per lo specifico uso, di certo ve ne sono alcuni che sono molto approssimativi su queste problematiche e che, quantomeno, non danno modo di percepire un possibile errore valutativo.

In questo senso conta molto l'esperienza del modellista che oltre che tecnico competente ai sensi di legge deve avere anche una conoscenza profonda delle problematiche di propagazione delle onde sonore.

5.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione revisionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi. Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi abbiamo una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi da cui, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrato rispetto al nostro paese.

5.2.3 Dati non considerati nei modelli

Spesso i modelli lavorano su condizioni meteorologiche standardizzate per cui diventa difficile rapportarli alle misure di taratura se queste sono state eseguite in condizioni molto diverse.

5.2.4 Inserimento dati morfologici

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno intorno creano non pochi problemi. L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati difficile da quantificare.

5.2.5 Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentalmente legata all'algoritmo di calcolo che viene utilizzato dal modello stesso, e invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

Norma	Diurno a 25 m	Notturmo a 25 m	Diurno a 50 m	Notturmo a 50 m	Diurno a 100 m	Notturmo a 100 m
<i>RLS 90</i>	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
<i>DIN 18005</i>	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
<i>Nordic</i>	70		64.8		58.4	
<i>RVS</i>	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
<i>NMPB</i>	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

Riferimenti normativi e confronto con diversi modelli

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricevitore come riportato nella tabella sottostante

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

Accuratezza delle misure in relazione all'altezza del ricevitore

5.2.6 Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.

Il software comunque esegue l'interpolazione e quindi il risultato apparentemente sembra corretto ma in punti specifici le differenze possono essere notevoli.

5.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni

In questo caso, per quanto sopra esposto, diventa difficile quantificare in modo preciso e numerico i diversi parametri che concorrono a determinare l'incertezza dei valori di uscita di una simulazione matematica. In particolare sono così diversi i comportamenti umani di fronte a queste problematiche che conviene considerare questo parametro come un'incertezza di **Tipo B**.

Un'analisi delle differenze ottenibili dai diversi modelli matematici fu sviluppata nel 1995 al congresso dell'Associazione Italiana di Acustica" (supplemento degli atti del congresso), la memoria era "INTERCOMPARISON OF TRAFFIC NOISE COMPUTER SIMULATION" – R. Pompoli, A. Farina, P. Fausti, M. Bassanino, S. Invernizzi, L. Menini.

A questo test parteciparono 23 soggetti che attraverso i diversi modelli posseduti fornirono i risultati su situazioni semplici predefinite dagli autori.

Nella figura sottostante riportiamo dal quella memoria i grafici dei risultati su tre posizioni diverse di una simulazione.

Sulle ascisse abbiamo il numero del partecipante al test mentre sulle ordinate il livello previsto in un particolare punto ad una certa distanza dall'infrastruttura viaria.

Come si può osservare le differenze possono essere anche maggiori di 10 dB(A).

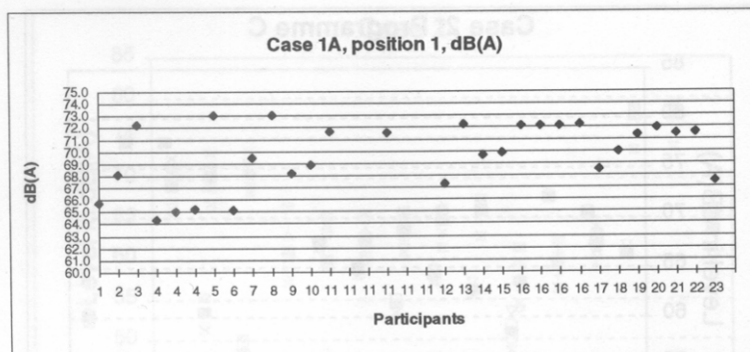


Fig. 17: $L_{med} = 69.7 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 8.7 \text{ dB(A)}$ $\text{Std.Dev.} = 2.66$

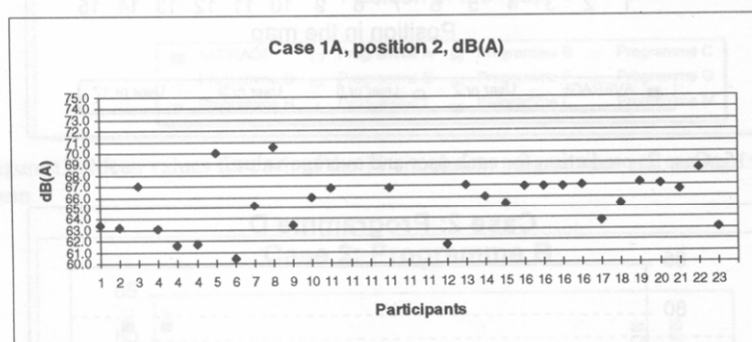


Fig. 18: $L_{med} = 65.5 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.1 \text{ dB(A)}$ $\text{Std.Dev.} = 2.47$

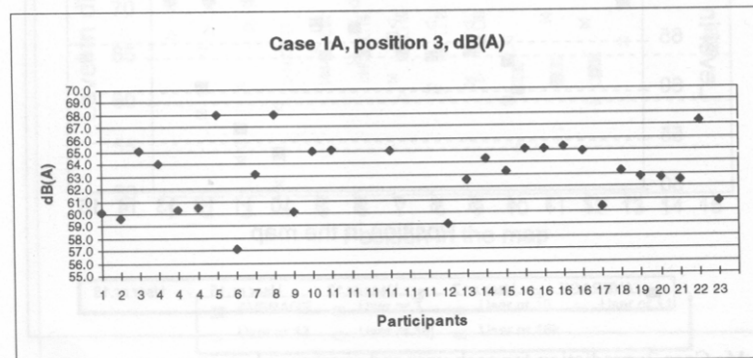


Fig. 19: $L_{med} = 63.1 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.9 \text{ dB(A)}$ $\text{Std.Dev.} = 2.69$

Grafici: incertezze associate a tre posizioni i simulazione

5.3 Miglioramento dell'accuratezza

Visti i valori non certo esigui di incertezza associata alle simulazioni è bene porsi l'obiettivo di comprendere quali possono essere i parametri che ci consentono di migliorare l'accuratezza.

L'elemento principale che ci consente di limitare la variabilità dei risultati delle simulazioni sono le misure di taratura del modello e la veridicità dei dati di potenza sonora delle sorgenti.

Le misure di taratura del modello sono molto più importanti di quanto si possa credere : danno un riferimento metrologico alla simulazione che, come abbiamo visto, resta altrimenti in balia del riferimento normativo usato, del modello matematico acquistato e delle capacità personali del modellista.

Questo vuol dire che più costringiamo il modello ad adeguarsi alla misura acustica di taratura più accurato sarà il risultato ottenuto.

In pratica se la misura viene eseguita vicino ai ricevitori l'incertezza viene a diminuire per arrivare quasi a quella della sola misura: l'errore di cui potrebbe essere affetta sarà presente solo negli scenari futuri in relazione alle inesattezze dei dati delle sorgenti sonore inserite e agli effetti di diffrazione degli schermi che verranno posti.

5.4 Quali parametri misurare

A parte il rispetto delle richieste del DPCM del 16/3/98 (Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico) può essere importante avere una serie di indicatori statistici e spettrali che ci possono descrivere meglio la situazione di inquinamento acustico.

Avere questi dati su base oraria può in certi casi non essere sufficientemente descrittivo del fenomeno sonoro, e allora sarà necessario utilizzare intervalli di tempo inferiore anche se solo finalizzati ad un approfondimento delle problematiche emissive.

5.5 La durata delle misure

Il DPCM del 16/3/98 sulle Tecniche di rilevamento, nel caso di traffico stradale, ci indica misure di una settimana e possiamo dire che questo periodo è effettivamente rappresentativo per poter osservare le differenze di rumore emesso nelle giornate festive e prefestive rispetto ai giorni feriali.

Per una situazione di identificazione del clima acustico presente sul territorio, vista la ripetitività già accennata, possono essere sufficienti una misura a 24 ore e alcune a breve termine.

Se le sorgenti sono principalmente di tipo industriale e l'andamento temporale è di tipo stazionario, allora saranno sufficienti un buon numero di misure a breve termine.

5.6 Il livello di accuratezza

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. E' chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a

$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

Questo valore è la migliore accuratezza ottenibile ma, ribadiamo, solo nelle seguenti condizioni:

- strumentazione a norma tarata (presso un Centro Accredia) possibilmente negli ultimi sei mesi;
- misura di almeno 24 ore in vicinanza dei recettori più esposti;
- ulteriori misure di taratura di durata inferiore;
- morfologia non troppo complicata;
- condizioni atmosferiche stabili;
- corretto valore dello spettro di potenza delle diverse sorgenti modellizzate;
- situazione di normalità delle sorgenti in gioco.

Nel momento stesso in cui la misura non viene eseguita in prossimità dei recettori, per motivi di diverso genere, non ultimo l'impossibilità di accedere in proprietà private, il valore di incertezza sulla situazione preesistente può arrivare a 7- 8 dB(A).