



COMUNE DI SEGRATE

MILANO 4 YOU  
2018

**Vegagest**  
Sgr  
(prof. Sido Bonfatti)

**SEI OLTRE SRL**  
(dott. Angelo Turi – Procuratore)

**RED** srl  
(dott. Angelo Turi)

**SAGNELLI DEVELOPMENT SRL**  
**SAGNELLI ASSOCIATI**  
(arch. Marco M. Sagnelli)

Soggetto attuatore:	<b>VEGAGEST SGR</b> (IN NOME E PER CONTO DEL FONDO ASTER)	via della Posta, 10 20123 MILANO
Soggetto proprietario:	<b>SEI OLTRE SRL</b>	S.S. 11 Padana Superiore, 2/B 20063 CERNUSCO S/N (MI)
General Contractor e Project Manager:	<b>RED SRL</b>	via Victor Hugo, 3 20149 MILANO
Progetto:	<b>SAGNELLI DEVELOPMENT SRL</b> <b>SAGNELLI ASSOCIATI</b>	via Alberto Mario, 16 20149 MILANO tel. +39 0243998590 <a href="http://www.sagnelliassociati.it">www.sagnelliassociati.it</a>
Titolo:	<i>PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO (PII) "MILANO 4 YOU 2018" PER LA REALIZZAZIONE DI UN INTERVENTO RESIDENZIALE, COMMERCIALE, DIREZIONALE, STANDARD PRIVATI ED OPERE PUBBLICHE CONNESSE.</i>	
Documento:	RELAZIONE DI VALUTAZIONE PREVISIONALE DEL CLIMA E DELL'IMPATTO ACUSTICO. RELAZIONE DI PREVISIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI.	DOC. 02
Comune:	SEGRATE (MI) TR CASCINA BOFFALORA	Data: LUGLIO 2018 Aggiorn.: SETTEMBRE 2018
File:	... \Doc.02-Relazione acustica	
Note:	–	Rif.: C/474

**ING.  
MASSIMO  
RUZZANTE**

Via G. Carducci 14/B  
35123 PADOVA

Recapito per Milano  
Via Martino Bassi, 42  
20038 SEREGNO

Tel.  
049.9817446  
Mobile 333.6815723  
**massimo.ruzzante**  
**@virgilio.it**

Ordine degli ingegneri  
di Padova  
Nr. d'ordine: 2610

Tecnico competente  
in Acustica  
Ambientale L.447/95  
Nr. d'ordine: 404

**RELAZIONE DI VALUTAZIONE  
PREVISIONALE DEL CLIMA E  
DELL' IMPATTO ACUSTICO  
LEGGE 447 DEL 26/10/1995  
L.R. LOMBARDIA NR. 13 DEL 10 AGOSTO 2001**

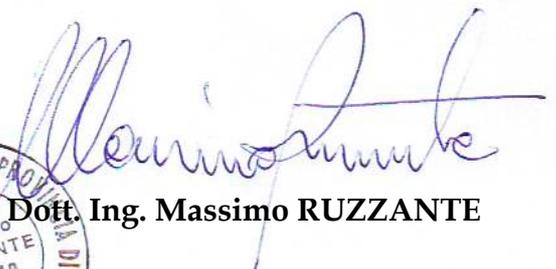
*PROGETTO: Programma Integrato di Intervento (PII) "Milano 4 You", per la realizzazione di un intervento residenziale, commerciale direzionale, standard privati ed opere pubbliche connesse. Ambito di trasformazione via G. di Vittorio (Cascina Boffalora) - Segrate.*

Questa relazione è costituita da 34 pagine.  
Allegati: nr. 16 grafici di misura.

**Relazione 16.876 - rev. 2**

(in aggiornamento a data odierna della relazione 16.876 rev. 1 del 1/IX/2018)

Padova, 5 luglio 2018.

  
**Dott. Ing. Massimo RUZZANTE**  
Nr. 404 Elenco tecnici competenti in acustica  
Regione Veneto legge 447/95



# **INDICE**

## **0. PREMESSA.**

## **1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.**

- 1.1 Riferimenti normativi.
- 1.2 Zonizzazione acustica

## **2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.**

## **3. DATI OGGETTIVI - DESCRIZIONE DEL SITO.**

- 3.1 Collocazione del lotto.
- 3.2 Caratteristiche acustiche dell'area di inserimento.
- 3.3 Impianti tecnologici delle opera.

## **4. VALUTAZIONE CLIMA ACUSTICO**

- 4.1 Fase di costruzione.
- 4.2 Fase di esercizio
  - 4.2.1 Peduncolo zona commerciale
  - 4.2.2 Via Vespucci via C. Colombo
  - 4.2.3 Impianto di cogenerazione.
- 4.3 Rilevamenti acustici
- 4.4 Osservazioni ed analisi dei dati rilevati.

## **5. CONCLUSIONI**

- 5.1 Clima acustico dell'area
- 5.2 Clima/impatto previsionale

## **6. ALLEGATI**

## 0. PREMESSA

Il sito in esame era stato già oggetto di una precedente analisi previsionale con misure condotte il 26 maggio 2016, il prolungarsi delle procedure di approvazione amministrativa ha reso necessario un aggiornamento delle misure dell'epoca, onde verificare che eventuali modifiche del territorio o altre realtà abbiano modificato sostanzialmente il clima acustico.

Pertanto la presente relazione attualizza, facendo riferimento alla precedente, lo stato dei fatti dal punto di vista acustico, mediante una serie di campionature che verranno confrontate con la precedente, e quindi confermare o correggere quanto già esposto nella precedente.

Il progetto è relativo all'Ambito di trasformazione di via G. di Vittorio a Segrate per il Programma Integrato di Intervento (PII) "Milano 4 You".

Il programma prevede la realizzazione di una serie edifici con diverse destinazioni d'uso: sia di tipo residenziale, i più numerosi e situati nel baricentro del lotto, sia commerciali e direzionali, questi altri spostati verso le due vie principali (via di Vittorio e SP103 Cassanese): è evidente che la disposizione di progetto ha seguito una logica coerente con il clima acustico ragionevolmente atteso, nota la presenza di due strade di grande comunicazione e dalla zona industriale presente ad ovest.

E' prevista anche una centrale di teleriscaldamento e teleraffrescamento a cogenerazione, posta all'angolo sud ovest del sedime nelle immediatezze della futura rotonda che andrà a sostituire l'attuale impianto semaforico all'intersezione tra via di Vittorio e SP103 Cassanese, integrata da scambio geotermico con pompe di calore, impianti fotovoltaici e correzioni locali con impianti specifici a potenza modesta (circa max 10KW) e bassa emissione acustica.

La centrale sarà quasi completamente interrata, all'esterno sarà visibile un edificio tecnico per la sala di controllo e la via di accesso all'interrato, ed il camino di espulsione fumi.

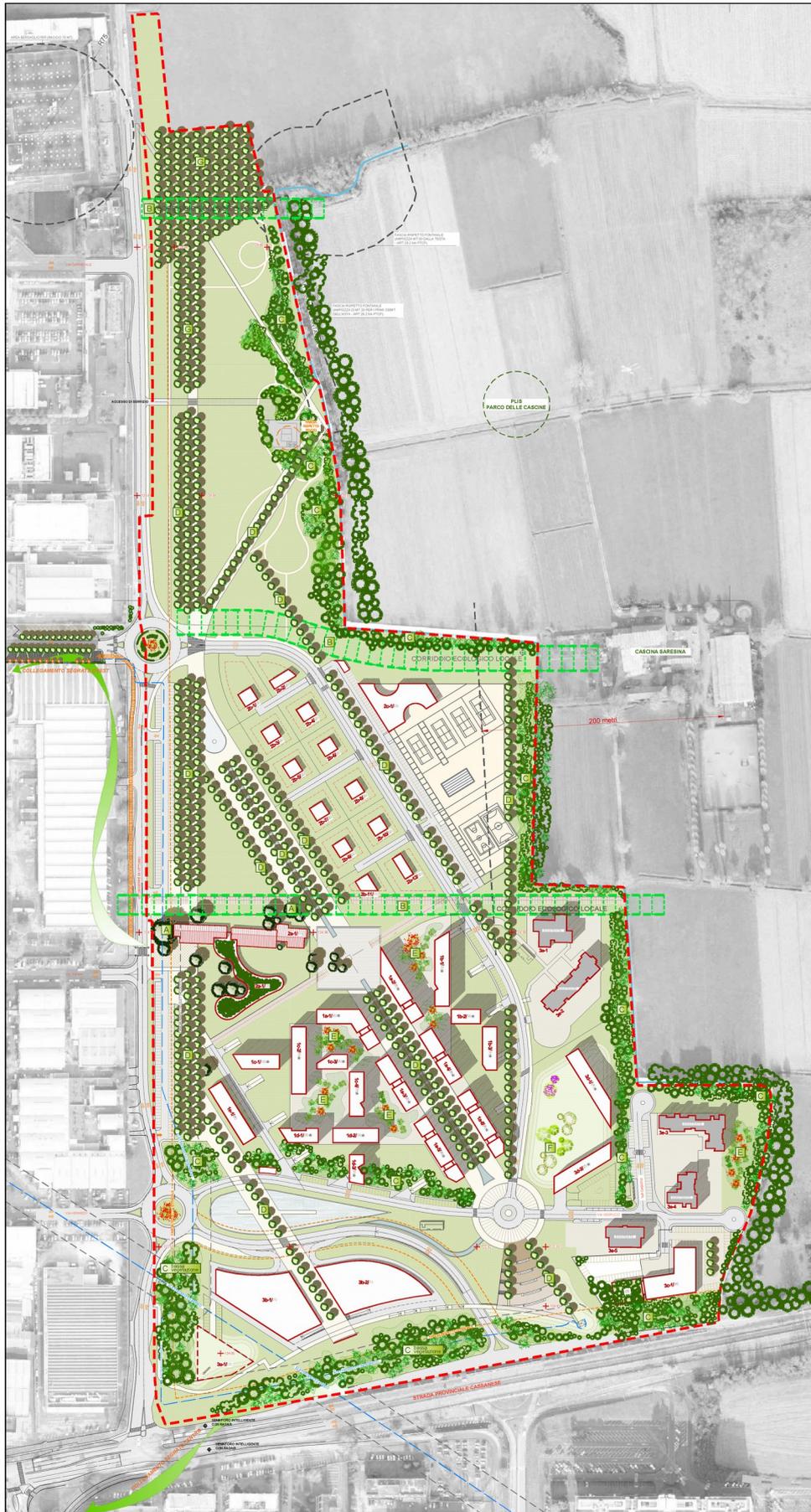
L'edificio più esposto al rumore da traffico sarà la Cascina Boffalora, relativamente prossima a via di Vittorio, ma questa ha una destinazione di progetto non residenziale ma a centro polifunzionale e culturale.

La parte nord del terreno sarà completamente dedicata a verde pubblico per la presenza di due fontanili.

Dal punto di vista della viabilità interna al lotto, a parte una bretella tra lo svincolo già esistente della Cassanese e la prima rotonda della via di Vittorio che risulterà al servizio dell'edificio commerciale di media struttura, il resto della nuova viabilità sarà completamente dedicata al raggiungimento delle residenze in progetto e quindi con flussi di traffico più occasionali. Peraltro all'interno del progetto sono previste numerose vie ciclopedonali.

E' previsto infine un centro sportivo ricreativo, solo ad uso dilettantistico e non predisposto per eventi pubblici, situato in un area a nord est, nei pressi della Casina Arzona in cui viene praticata un attività ippica dilettantistica e quindi con una certa coerenza tra le due attività.

Rispetto a quanto previsto nel settembre 2016, il progetto ha mantenuto quanto sopra dettagliato.



**Planimetria del piano di intervento.**

# 1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

## 1.1 Riferimenti normativi.

I riferimenti normativi di maggior rilievo a proposito di questa valutazione sono:

**LEGGE 26 Ottobre 1995, n. 447** : Legge quadro sull'inquinamento acustico

**DECRETO 11 dicembre 1996** : Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.

**D.P.C.M. 14 novembre 1997** : Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.

**DECRETO 16 marzo 1998** : Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico.

**D.M. Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000; G.U. 5 dicembre 2000**. Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.

**Legge Regione Lombardia n. 13 del 10 agosto 2001**, "Norme in materia di inquinamento acustico".

**D.G.R.L. VII/9776 del 12/07/02**, Criteri per la redazione dei Piani di Zonizzazione Acustica.

**D.G.R.L. VII/8313 del 8/3/02**, Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico.

**D.P.R. 31/03/04 n. 142**; Regolamento sui limiti acustici per le infrastrutture stradali. Limiti per le strade e fasce di pertinenza.

In attuazione dell'art. 6, primo comma, lettera a), della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995, è competenza del comune la determinazione del piano di zonizzazione acustica con la determinazione delle installazioni ed attività compatibili con ciascuna zona.

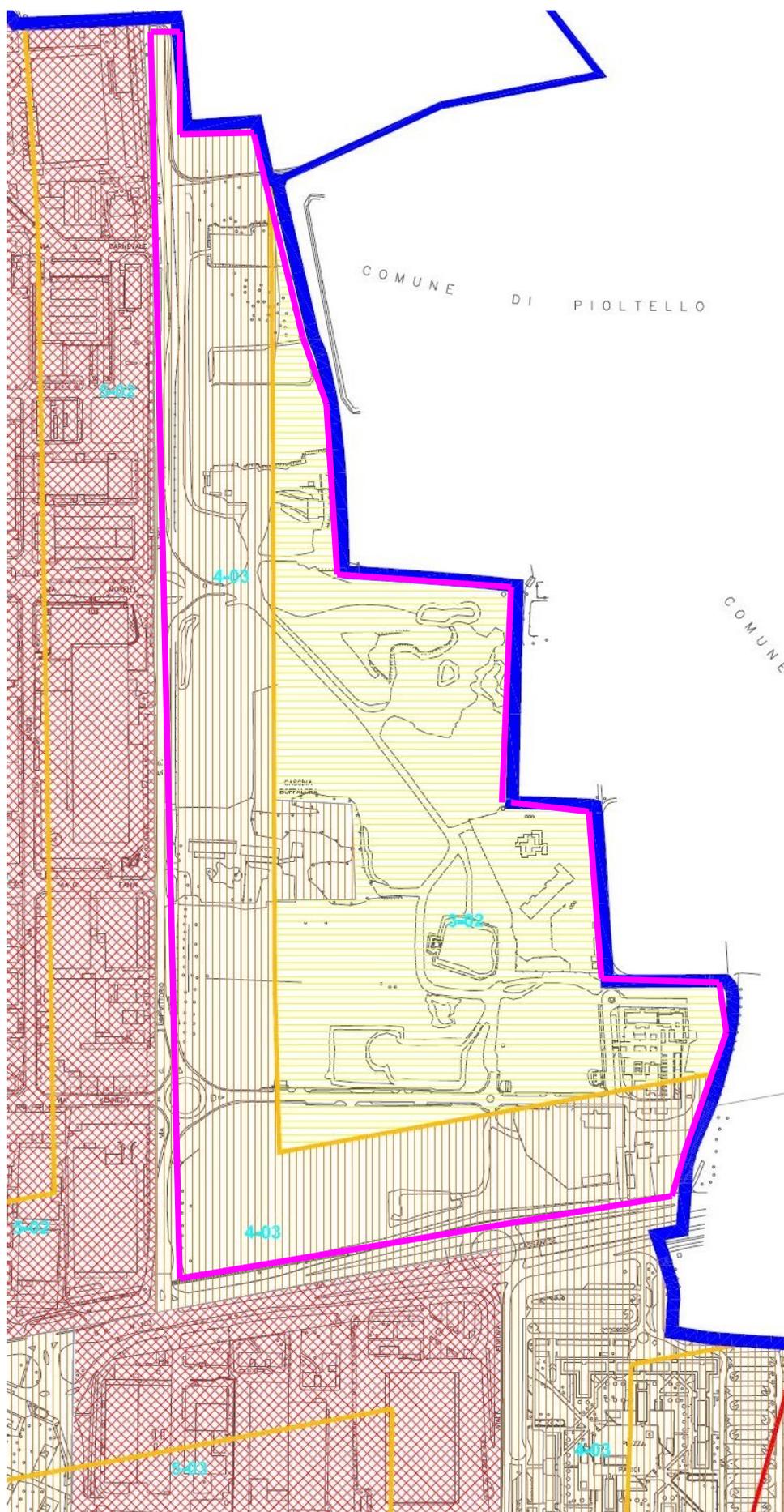
In attuazione dell'art. 6, primo comma, lettera d), della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995, è competenza del comune il controllo del rispetto della normativa per il contenimento dell'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie in special modo per le attività produttive, sportive, ricreative, commerciali e polifunzionali.

In attuazione dell'art. 8, comma 3, lettera e), della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995, è richiesta una valutazione revisionale del clima acustico per gli edifici posti in prossimità di infrastrutture di cui al comma 2 dello stesso articolo.

La legge regionale 13 del 10 agosto 2001 prescrive di rimando, con maggiore precisione le regole di cui sopra, ed a questa fanno riferimento le delibere attuative G.R. 8 marzo 2002 nr. VII/6906, e G.R. 12 luglio 2002 nr. VII/9776; queste ultime definiscono le metodologie di attuazione e di valutazione.

## **1.2 Zonizzazione acustica.**

In attuazione a quanto sopra il comune di Segrate con deliberazione nr. 40 del 7 novembre 2013 ha approvato il proprio piano di zonizzazione acustica. La lottizzazione del PII è classificata in zona IV (linee rosse) per le aree prospicienti alle due direttrici stradali principali ed in zona III (linee gialle) per il resto del sedime.



**Estratto della mappa di zonizzazione acustica: evidenziato in magenta il lotto in esame.**

Per una maggiore chiarezza dei riferimenti normativi si riportano le tabelle seguenti che esprimono i limiti assoluti di immissione e di emissione prescritti inizialmente dal DPCM 1/3/91 per le varie zone e ripresi nella L.447/95 e dal DPCM 14/11/97.

<b>LIMITI DI IMMISSIONE:</b>	<b>LIMITE DIURNO</b>	<b>LIMITE NOTTURNO</b>
<b>DEFINIZIONE DELLA ZONA</b>	Ore 6.00 - 22.00	Ore 22.00 - 6.00
I - Aree particolarmente protette (es.: ospedali, scuole, residenziali rurali, ecc.).	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali, interessate dal solo traffico locale, bassa densità di popolazione e assenza attività industriali od artigianali.	55	45
<b>III - Aree di tipo misto, con traffico locale e/o di attraversamento, uffici, attività commerciali ed artigianali.</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<b>IV - Aree ad intensa attività umana, alta densità di popolazione e di traffico, presenza di piccole industrie.</b>	<b>65</b>	<b>55</b>
V - Aree prevalentemente industriali con rare abitazioni.	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali.	70	70

<b>LIMITI DI EMISSIONE:</b>	<b>LIMITE DIURNO</b>	<b>LIMITE NOTTURNO</b>
<b>DEFINIZIONE DELLA ZONA</b>	Ore 6.00 - 22.00	Ore 22.00 - 6.00
I - Aree particolarmente protette (es.: ospedali, scuole, residenziali rurali, ecc.).	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali, interessate dal solo traffico locale, bassa densità di popolazione e assenza attività industriali od artigianali.	50	40
<b>III - Aree di tipo misto, con traffico locale e/o di attraversamento, uffici, attività commerciali ed artigianali.</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
<b>IV - Aree ad intensa attività umana, alta densità di popolazione e di traffico, presenza di piccole industrie.</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
V - Aree prevalentemente industriali con rare abitazioni.	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali.	65	65

## 2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Per la strumentazione abbiamo due fasi: la prima fase relativa al 2016 in cui la strumentazione impiegata era la seguente:

STRUMENTO 1	MARCA/MODELLO	NR. MATRICOLA
Fonometro modulare	Delta OHM HD2110	08111031647
Microfono	Delta OHM MK221 classe 1 - 1/2"	33928
Calibratore	Delta OHM HD9101A	08028380
Software elaborazione dati	Delta OHM/Microsoft Excel	DeltaLog5

STRUMENTO 2	MARCA/MODELLO	NR. MATRICOLA
Fonometro modulare	Larson Davis LD831	2464
Microfono	PCB Piezofronics / PCB 377B02	122175
Calibratore	Larson Davis L&D cal 200	4359
Software elaborazione dati	Noise Works Win2	

Nella tabella seguente sono riassunti i dati di riferimento della taratura in corso di validità alla data del primo rilievo.

STRUMENTO 1	DATA E NR. CERTIFICATO
Fonometro Delta OHM HD2110 con Microfono Delta OHM MK221 classe 1	22 gennaio 2015 certificato 15000255 - LAT 124
Calibratore Delta OHM HD9101A	22 gennaio 2015 certificato 15000256 - LAT 124

STRUMENTO 2	DATA E NR. CERTIFICATO
Fonometro Larson Davis LD831 con microfono PCB Piezotronics PCB 377B02	13 gennaio 2015 certificato LAT 163/11832 13 gennaio 2015 certificato LAT 163/11832
Calibratore Larson Davis L&D cal 200	13 gennaio 2015 certificato LAT 163/11831

**Nella seconda misura del 2018 è stato utilizzato solo lo strumento 1, i dati di riferimento della taratura in corso di validità attuale sono i seguenti:**

STRUMENTO 1	DATA E NR. CERTIFICATO
Fonometro Delta OHM HD2110 con Microfono Delta OHM MK221 classe 1	23 gennaio 2017 certificato 17000191 - LAT 124
Calibratore Delta OHM HD9101A	23 gennaio 2017 certificato 07000192 - LAT 124

Tutti gli strumenti, come si vede, vengono sottoposti a taratura biennale secondo D.M. 16 marzo 1998 art. 2 comma 4, presso centro accreditato a livello nazionale conformemente alla legge 273 del 11 agosto 1991.

La catena di misura - microfono, stadio di ingresso, analizzatore sonoro e calibratore -risulta di classe 1 e conforme alle norme IEC 651 - 1991 e IEC 804 - 1985.

Ogni fonometro è stato calibrato prima e dopo la misura, non rilevando anomalie; durante le misure è stata applicata la costante di tempo Fast (F) e la curva di ponderazione "A".

Le misure sono state condotte mediante l'utilizzo di cavalletto con asta telescopica che consentiva il prelievo acustico ad un'altezza di 4 metri dal piano campagna.



**Foto 1: Esempio di una postazione di misura (di fronte via Morelli).**

Ha collaborato alle misure del 2016 il collega P.I. Gianpietro Brevi, iscritto all'elenco Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della regione Lombardia, numero d'ordine 6586.

### 3. DATI OGGETTIVI - DESCRIZIONE DEL SITO

#### 3.1 Collocazione del lotto.

Dalla planimetria topografica di progetto, confrontata con le viste aeree disponibili in internet, e da quanto appurato durante le misurazioni in loco in prima ed in seconda fase (di cui verranno evidenziate nel prosieguo le modifiche/novità), si rileva che il lotto in esame confina con le seguenti realtà:

A Nord il lotto confina con terreni sostanzialmente agricoli o incolti e liberi da costruzioni; l'ultima frazione a Nord, peraltro destinata a verde, confina con la rotonda di accesso al centro commerciale di Vimodrone.

A Ovest, sul lato opposto di via G. di Vittorio, sono presenti diverse attività industriali e commerciali: la distribuzione di queste aziende è piuttosto favorevole dal punto di vista acustico in quanto quelle potenzialmente più rumorose rappresentate da due impianti farmaceutici (nel settembre 2016 denominate Roche e Istituto delle Vitamine S.pA., ed attualmente confluite nel marchio Delpharma) che prevedono cicli di produzione continui, che fronteggiano la porzione a Nord di via Morelli, in cui nel PII non sono previsti edifici. Per contro il lato di via di Vittorio a Sud di via Morelli si caratterizza per la presenza di attività meno invasive; nell'ordine da via Morelli verso la SP103 Cassanese abbiamo: la nastroteca del gruppo televisivo Mediaset (non ancora presente nel 2016), il deposito di un gruppo di ditte di spedizioni (Beta Trans, Interglobo, Blue Bird Marine Corporation, Combi Line International) a cui si accede per il carico/scarico da via Bruno Buozzi e che insiste fino a via Fanin. Successivamente si incontrano una ditta di commercializzazione e assistenza di impianti robotici per le analisi di laboratorio (INPECO), una ditta di minuterie plastiche e una officina/carrozzeria per veicoli leggeri che occupano il fronte fino a via Kennedy: queste sono le aziende più vicine all'area residenziale del PII, non prevedono lavorazioni notturne, al limite il deposito doganale può prevedere accessi notturni, ma il fatto che lo sbarco di scarico sia in un'altra strada impedisce immissioni rilevanti, a parte il transito dei veicoli.

L'ultima attività, posta tra via Kennedy e la Cassanese, è un negozio di illuminazione (ditta Rossini) ma in questo caso avrà come dirimpettaio il centro commerciale del PII.

A parte la nuova denominazione del complesso farmaceutico e il deposito di supporti multimediali della Mediaset, non sono rilevate altre modifiche.

A Sud il lotto confina con la SP103 Cassanese oltre la quale sono presenti vari stabilimenti commerciali e produttivi: va però precisato che la distanza tra il fronte di questi stabilimenti e il confine sud è di almeno 60 metri, inoltre la Sp103 risulta di gran lunga più invasiva.

Rispetto al 2016 si è rilevato che la Cassanese sostiene un traffico più intenso, a causa del miglioramento dei collegamenti con l'autostrada A35 "BreBeMi", ma con il risultato che, nel periodo diurno, il semaforo che regola l'incrocio con via Di Vittorio risulta sempre congestionato e paradossalmente il rumore del traffico è diminuito.

Ad Est, a parte due cascine (Saresina e Arzona), insiste una ampia zona agricola per una profondità di oltre 1 Km.

Nel lotto sono già presenti 5 edifici residenziali nella zona Sud Est.

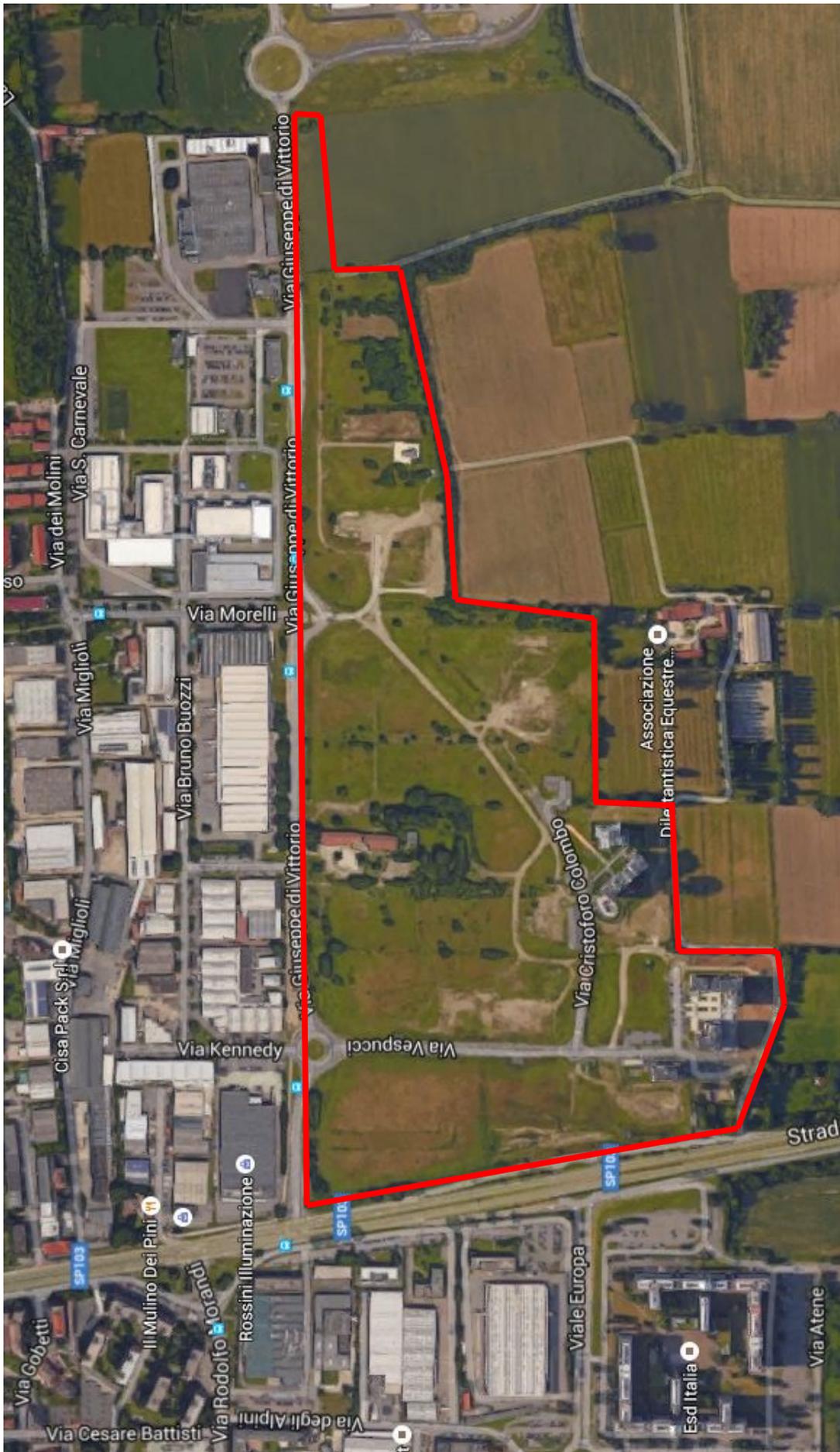


Foto 2. Foto aerea, evidenziato il lotto oggetto della relazione.

### **3.2 Caratteristiche acustiche dell'area di inserimento.**

Da quanto direttamente osservato durante lo svolgimento della campagna di rilievi acustici il sito è influenzato principalmente dal rumore del traffico di via G. di Vittorio e della SP103 Cassanese, mentre le immissioni da parte degli stabilimenti industriali non sono risultate apprezzabili.

Il PII dal punto di vista acustico si avvantaggia per le distanze che intercorrono tra le vie di scorrimento e gli edifici residenziali in progetto, con una distanza minima di 40 m dalla SP103 rilevabili per la residenza per anziani posta allo spigolo Sud Est dell'appezzamento.

Solo la cascina Boffalora, peraltro destinata a uso civico/museale e non residenziale, ha un lato minore che dista appena 20 metri da via di Vittorio.

Consistente il contributo delle rotte aeree in partenza da Linate, con una frequenza media diurna di un volo al minuto; gli aerei si allontanano con due rotte specifiche: una rettilinea che passa sopra la zona centrale di Segrate, l'altra che prevede una virata verso est all'incirca al di sopra della SP103.

Durante le misurazioni del 2016 si è osservato su via di Vittorio una frequenza media di 90 mezzi ogni 15 minuti tra le ore 8 e le ore 10:30, mentre tra le ore 13 e le ore 15 la media scende ad una media di 20 mezzi ogni 15 minuti, per poi risalire dopo le 16 a 50 mezzi ogni 15 minuti; il traffico leggero ha un andamento coerente, ma con orari di punta più concentrati tra le 7:30 e le 9:30, le ore 12 e le 13 ed infine dopo le 17 fino alle 19/20. Dopo le 20 il traffico comincia a sfumare, specie per i mezzi pesanti, mentre i mezzi leggeri rimangono sempre presenti ma con bassa intensità.

Nelle osservazioni del 2018 queste frequenze sono aumentate di circa il 10% per i mezzi pesanti, mentre sono praticamente invariate per i mezzi leggeri; la modifica più rilevante è relativa all'incrocio tra via Morelli e via Di Vittorio in cui sono state applicate delle bande stradali a rilievo di rallentamento: bande che non avranno più senso di esistere quando verrà costruita la rotonda in progetto è in parte già predisposta come è facile vedere nelle foto aeree inserite in relazione.



**Foto 3. Vista verso Nord di via di Vittorio da via Fanin.**

### **3.3 Impianti tecnologici delle opere.**

Secondo il progetto i nuovi fabbricati avranno un impianto di climatizzazione costituito principalmente da una centrale di cogenerazione: l'impianto a progetto prevede una caldaia alimentata a cippato di legno atta a generare vapore a media pressione da elaborare mediante un opportuna turbina accoppiata ad un alternatore; il condensatore a valle della turbina recupera il calore riscaldando l'acqua geotermica ed per inviandola alle residenze mentre il condensato viene reimpresso in caldaia. Per la geometria stessa dell'impianto, che è interrato per facilitarne l'alimentazione a gravità, a parte la sala controllo e il camino, la fonte più rilevante risulta il sistema di ventilazione dell'aria comburente, o meglio il camino di scarico dei fumi, poiché le griglie di alimentazione vengono progettate a bassa velocità di ammissione e comunque possono essere facilmente insonorizzate.

Sono previsti negli edifici anche impianti di ascensore, ma questi impianti non hanno influenza acustica verso l'esterno.

L'impianto a cogenerazione fungerà sia da teleriscaldamento che da teleraffrescamento (scambio in geotermia mediante pompe di calore elettriche o "refrigerazione per assorbimento" per scambio termico tra un fluido caldo ed un fluido vettore senza compressori), le eventuali correzioni richiederanno apporti da impianti di modesta potenza e quindi di emissioni trascurabili.



**Foto 4. Attuale assetto di via Vespucci verso via G. di Vittorio.**

## **4. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO**

### **4.1 Fase di costruzione.**

Si tratta di una situazione acusticamente rilevante, in cui ogni opera assume carattere attivo per la presenza dei vari impianti produttivi (gru edile o elevatori di taglia adeguata alla portata del cantiere, impianto di betonaggio, compressore eventualmente gruppo elettrogeno); per l'utilizzo di attrezzi manuali come smerigliatrici angolari, demolitori ad aria compressa od elettrici, trapani; infine per l'accesso al cantiere di veicoli pesanti per il trasporto del materiale di risulta dagli scavi o dalle demolizioni e/o per l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e delle attrezzature tecniche.

Ricettori sensibili a queste emissioni sono le residenze già esistenti nell'appezzamento Sud Est.

Trattandosi comunque di attività a carattere temporaneo, dovrà essere richiesta, come usualmente previsto dal Regolamento Attuativo di classificazione acustica, l'apposita autorizzazione in deroga per le emissioni sonore del cantiere, inoltre le attività rumorose andranno condotte all'interno degli orari prescritti dall'autorità comunale come ivi riportati e nell'autorizzazione.

## 4.2 Fase di esercizio.

Per raggiungere il requisito di edifici ad energia quasi zero richiesto a partire dal 1 gennaio 2016 gli involucri edilizi in progetto saranno conformi ai requisiti tecnici imposti per il raggiungimento delle più alte classificazioni termiche in classe A o B: statisticamente questo tipo di requisiti garantiscono un livello di isolamento acustico conforme con i requisiti del DPCM 5/12/1997; allo stato attuale del progetto, che mira all'approvazione urbanistica, non sono state eseguite le progettazioni di dettaglio, viene allegata comunque una valutazione di un edificio tipo.

La modifica più sostanziale al clima acustico generale esistente sarà data dal traffico veicolare relativo agli edifici del PII, in cui sono previsti ampi parcheggi di superficie dedicati anche ai non residenti e garage interrati sia per le residenze che per il centro commerciale.

L'analisi acustica di questo impatto veicolare va eseguita distinguendo le seguenti situazioni: la prima relativa al peduncolo che va dalla rotatoria di via G. di Vittorio/via Kennedy e la rotatoria di viale Europa sotto la SP103, in cui è prevedibile un traffico dedicato al centro commerciale, la seconda relativa a via Vespucci che rimane completamente dedicata alle residenze della parte Sud del comparto, in quanto il completamento del percorso di via Colombo tra la rotonda di via Morelli e l'incrocio con via Vespucci non realizza una scorciatoia per esse e per il traffico circostante il comparto, ed infine il traffico afferente a questa nuova configurazione di via Colombo. Infine una valutazione sull'aumento di traffico su via di Vittorio.

A seguire vengono stimati i flussi di traffico complessivi che si potranno verificare alla fine della realizzazione del PII: si tratta di stime complessive relative a tutto il territorio del progetto, sulla base delle quali poter stimare i passaggi relativi a ciascun tratto; peraltro queste stime non valutano l'incidenza dei mezzi pesanti che andremo a definire di volta in volta.

La valutazione complessiva del traffico massimo nelle ore di punta, solo diurne, generato dagli insediamenti è la seguente:

- afferente alle residenze 525 autovetture
- afferente al commerciale 693 autovetture
- afferente al centro sportivo 33 autovetture

- afferente al centro anziani 40 autovetture
- afferente al centro direzionale 16 autovetture

Ragionevolmente possiamo fare le seguenti assunzioni:

1. Il traffico relativo alle residenze si distribuirà in modo proporzionale alla posizione degli alloggi (in parte sarebbe anche in funzione delle destinazioni ma in questo caso è più difficile fare assunzioni precise). Considerato che il baricentro della zona è quello costituito dai condomini rispetto alle ville, possiamo considerare che il 20 % del traffico sia smaltito su via Colombo verso la rotonda di via Morelli (tutte le ville e una piccola quota relativa ai condomini posti ad est), il restante 80% su via Vespucci.
2. Il traffico relativo al commerciale è in gran parte dovuto al centro commerciale, a cui attribuiamo un 90%, ed il resto ai negozi di prossimità previsti al piano terra dei condomini. In questo caso dobbiamo considerare anche mezzi industriali per l'approvvigionamento delle merci: per quanto riguarda il centro commerciale si può assumere che la frequenza di punta sia di 5 autocarri l'ora compreso il trasporto di rifornimento del cippato per la centrale di cogenerazione, mentre per i negozi di prossimità 1 autocarro l'ora. Va chiarito che in realtà il transito degli autocarri difficilmente è contemporaneo all'ora di punta delle autovetture, ma chiaramente questa assunzione è cautelativa.
3. Il traffico per il centro sportivo avviene tutto sul tratto di via Colombo da e per la rotonda di via Morelli. Mentre il transito da e per il centro anziani e il centro direzionale sono sull'asta di via Vespucci.
4. Il traffico su via di Vittorio tra le due rotonde si considera aumentato del 50% del totale dei veicoli che confluiscono alle due rotonde e quindi di 664 autovetture, e 3 autocarri.

Ricapitolando

	Traffico residenziale	Traffico commerciale autovetture	Traffico commerciale autocarri	Traffico centro sportivo	Traffico centro anziani	Traffico uffici	TOTALE
Peduncolo C.C.	0	624	5	0	0	0	624 auto 5 autocarri
Via Vespucci	420	69	1	0	0	0	509 auto 1 autocarro
Via Colombo	105	0	0	33	40	16	194 auto

Stimate le frequenze dei veicoli in transito possiamo valutare il rumore mediante la formula di calcolo sul traffico veicolare definita da Santoboni, Gluck e Cannelli (1983 Istituto Corbino Roma - ref. "Barriere antirumore per il traffico stradale" G. Mucci L. Rocco - Maggioli Editore) secondo cui:

$$L_{(sorgente)} = 35,1 + 10\log(Nl+8Np) + 10\log(d_0/d) + \Delta L_v + \Delta L_f + \Delta L_s + \Delta L_g + \Delta L_{vb}$$

dove:

35,1 è una costante di proporzionalità

Nl è il numero di passaggi di veicoli leggeri

Np è il numero dei passaggi dei veicoli pesanti

d rappresenta le distanze

$\Delta L_v$  rappresenta la velocità media del flusso con velocità di riferimento ai 50 km/h

$\Delta L_f$  rappresenta la presenza di facciate riflettenti

$\Delta L_s$  rappresenta il tipo di manto stradale

$\Delta L_g$  rappresenta la pendenza della strada

$\Delta L_{vb}$  rappresenta la presenza di rallentamenti ed incroci.

Questo modello ha un'alta attendibilità, validata dal confronto condotto dagli autori tra i dati calcolati e quelli sperimentali con un coefficiente di correlazione di 0,96.

#### 4.3 Peduncolo zona commerciale.

Abbiamo assunto che il traffico veicolare diurno possa essere stimato in 624 veicoli leggeri/ora, mentre i veicoli pesanti possono essere stimati in circa 5 veicoli all'ora; nel periodo notturno si stimano 10 veicoli leggeri/ora e assenza di camion. Il flusso avrà una velocità media di 30 km/h (e comunque non superiore ai 50 Km/h in quanto la strada è breve e curvilinea), pareti relativamente distanti (almeno 15 m) e poco riflettenti, manto stradale nuovo, pendenza massima 5%, alla distanza di riferimento di 1 mt risulta il valore di emissione:

$$\text{diurno} \quad L_{(autoveicoli)} = 65,3 \text{ dB(A)}$$

$$\text{notturno} \quad L_{(autoveicoli)} = 46,6 \text{ dB(A)}$$

Abbiamo anticipato che nel traffico del peduncolo a servizio del centro commerciale possono assumersi già compresi i transiti dei camion per l'alimentazione della centrale di cogenerazione, infatti: la taglia dell'impianto prevede un consumo di 200/250 mc di legno cippato per un'autonomia di 7 giorni (confrontare il doc. 9 "Relazione tecnico illustrative

dell'intervento energetico con schemi grafici e planimetrici") il che si traduce in 3 viaggi di approvvigionamento alla settimana.

#### **4.4 Via Vespucci**

Abbiamo assunto che il traffico veicolare diurno possa essere stimato in 509 veicoli leggeri/ora, mentre i veicoli pesanti possono essere stimati in circa 1 veicolo all'ora; nel periodo notturno si stimano 5 veicoli leggeri/ora e assenza di camion. Il flusso avrà una velocità media di 50 Km/h , pareti distanti almeno 40 m e quindi riflessioni poco percepibili, manto stradale nuovo, pendenza massima 5%, alla distanza di riferimento di 1 mt risulta il valore di emissione:

$$\text{diurno} \quad L_{(\text{autoveicoli})} = 62,7 \text{ dB(A)}$$

$$\text{notturno} \quad L_{(\text{autoveicoli})} = 43,6 \text{ dB(A)}$$

#### **4.5 Via Colombo verso la rotatoria con via Morelli**

Abbiamo assunto che il traffico veicolare diurno possa essere stimato in 194 veicoli leggeri/ora, e assenza di camion; nel periodo notturno si stimano 10 veicoli leggeri/ora e assenza di camion. Il flusso avrà una velocità media di 50 Km/h , pareti distanti almeno 40 m e quindi riflessioni poco percepibili, manto stradale nuovo, pendenza massima 5%, alla distanza di riferimento di 1 mt risulta il valore di emissione:

$$\text{diurno} \quad L_{(\text{autoveicoli})} = 58,7 \text{ dB(A)}$$

$$\text{notturno} \quad L_{(\text{autoveicoli})} = 41,6 \text{ dB(A)}$$

#### **4.2.3 Impianto di cogenerazione.**

Per la stima delle emissioni dell'impianto di cogenerazione previsto in progetto si assume il valore medio di emissione dei camini di espulsione fumi in impianti a ventilazione forzata, che risulta dell'ordine di 70 dB a 2 metri,.

Il traffico correlato per l'approvvigionamento della biomassa è stato già integrato in quello complessivo come esposto al 4.2.1.

### **4.3 Rilevamenti acustici.**

Per caratterizzare il clima acustico dell'area di intervento, come spiegato in premessa, sono state condotte due campagne di rilevamenti fonometrici.

La prima campagna è stata condotta nel 2016 a partire dal 26 maggio 2016, con un rilievo di 24 ore su via G. di Vittorio e due campionamenti diurni e notturni: uno alla fine di via Cristoforo Colombo ed uno in via Vespucci a metà strada tra la rotonda di via Kennedy e l'intersezione con via Colombo.

Successivamente, a seguito del piano concordato con l'U.O. ARPA, queste misure sono state integrate con un ulteriore rilievo di 24 ore alla fine di via Vespucci nei pressi degli edifici esistenti ed un campionamento diurno e notturno nei pressi della rotonda di via Morelli.

La seconda campagna è stata condotta per aggiornare quella del 2016, e sono stati condotti i campionamenti diurni e notturni già eseguiti nella prima, e cioè: alla fine di via Cristoforo Colombo, in via Vespucci a metà strada tra la rotonda di via Kennedy e l'intersezione con via Colombo e nei pressi della rotonda di via Morelli.

In entrambe le campagne gli eventi sonori sono stati campionati su un tempo di 5 minuti per le misure sulle 24 ore e su un tempo di un minuto per i campionamenti di 30 minuti, le misure sono state registrate direttamente nel banco di memoria dello strumento e quindi scaricate a computer ed elaborate graficamente.

I risultati dei rilievi fonometrici sono riassunti nei grafici allegati e rappresentano le sorgenti di rumore, le condizioni di funzionamento e di transito dei veicoli verificatesi durante l'esecuzione delle misure.

TABELLA RIEPILOGATIVA MISURE FONOMETRICHE ESEGUITE				
TIPO	POSIZIONE	TM	DATA	TEMPO DI CAMPIONAMENTO
1	Intersezione via Vespucci con via Colombo	24 ore	9 giugno 2016	5 minuti
2	Via G. di Vittorio fronte via Fanin	24 ore	26 maggio 2016	5 minuti
3	Via G. di Vittorio fronte via Fanin	30 ' diurno 30 ' notturno	28 giugno 2018 28 giugno 2018	1 minuto 1 minuto
3	Via Vespucci a metà strada tra via di Vittorio e via Colombo	30 ' diurno 30 ' notturno	9 giugno 2016 9 giugno 2016	1 minuto 1 minuto
3	Via Vespucci a metà strada tra via di Vittorio e via Colombo	30 ' diurno 30 ' notturno	28 giugno 2018 28 giugno 2018	1 minuto 1 minuto
3	Fine via Cristoforo Colombo	30 ' diurno 30 ' notturno	26 maggio 2016 26 maggio 2016	1 minuto 1 minuto
3	Fine via Cristoforo Colombo	30 ' diurno 30 ' notturno	28 giugno 2018 28 giugno 2018	1 minuto 1 minuto
3	Rotonda di via Morelli	30 ' diurno 30 ' notturno	26 maggio 2016 26 maggio 2016	1 minuto 1 minuto
3	Rotonda di via Morelli	30 ' diurno 30 ' notturno	28 giugno 2018 28 giugno 2018	1 minuto 1 minuto



#### 4.4 Osservazioni ed analisi dei dati rilevati.

Anche nel 2018 i rilievi confermano l'importanza delle immissioni acustiche dei due assi stradali, mentre non risultano immissioni significative da parte degli impianti industriali, o comunque, a parte i dati rilevati, durante le misure notturne non sono risultate percepibili perturbazioni attribuibili ad impianti in funzione.

Risultano però delle piccole variazioni nel periodo diurno tra il 2016 ed il 2018, come verrà esposto nei singoli casi, e sulla quale verranno basate le considerazioni per l'aggiornamento.

Punto di misura	Intersezione via Vespucci con via Colombo - tipo 1	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe IV - Aree ad intensa attività umana	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	65	55
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento non percepibile	
Strumentazione usata	Fonometro Delta OHM HD2110	
Sorgenti osservate	Traffico su SP 103 Cassanese e su via di Vittorio	Traffico modesto rispetto al giorno su SP 103 Cassanese e ancora meno frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	24 ore continuato	
Ora inizio misura	9:50 del 9 giugno 2016	
Ora fine misura	9:35 del 10 giugno 2016	
Livello sonoro Leq (A)	58 dB	45 dB

Punto di misura	Via G. di Vittorio fronte via Fanin - tipo 2	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe IV - Aree ad intensa attività umana	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	65	55
Condizioni meteo	Cielo sereno o poco nuvoloso, vento assente	
Strumentazione usata	Fonometro Larson Davis LD831	
Sorgenti osservate	Traffico preponderante su via di Vittorio, contributi da SP 103 Cassanese nelle fasi di minor traffico.	Principalmente il traffico su SP 103 Cassanese e fonti lontane, poco frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	24 ore continuato	
Ora inizio misura	9:50 del 26 maggio 2016	
Ora fine misura	9:35 del 27 maggio 2016	
Livello sonoro Leq (A)	67 dB nelle ore di punta 63 dB di minor traffico (tra le 12:30 e le 14:30 circa)	40 dB

Punto di misura	Via G. di Vittorio fronte via Fanin - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe IV - Aree ad intensa attività umana	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	65	55
Condizioni meteo	Cielo sereno o poco nuvoloso, vento assente	
Strumentazione usata	Fonometro Delta OHM HD2110	
Sorgenti osservate	Traffico preponderante su via di Vittorio, contributi da SP 103 Cassanese nelle fasi di minor traffico.	Principalmente il traffico su SP 103 Cassanese e fonti lontane, poco frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>10:55 del 28 giugno 2018</b>	<b>23:00 del 28 giugno 2018</b>
Ora fine misura	<b>11:28 del 28 giugno 2018</b>	<b>23:33 del 28 giugno 2018</b>
Livello sonoro Leq (A)	67 dB	40 dB

Punto di misura	via Vespucci a metà tra via di Vittorio e via Colombo - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe IV - Aree ad intensa attività umana	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	65	55
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento non percepibile	
	Fonometro Larson Davis LD831	
Sorgenti osservate	Traffico su SP 103 Cassanese e su via di Vittorio, sorvolo di velivoli	Traffico modesto rispetto al giorno su SP 103 Cassanese e ancora meno frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>10:24 del 26 maggio 2016</b>	<b>23:52 del 26 maggio 2016</b>
Ora fine misura	<b>11:00 del 26 maggio 2016</b>	<b>00:21 del 27 maggio 2016</b>
Livello sonoro Leq (A)	54 dB	33 dB

Punto di misura	via Vespucci a metà tra via di Vittorio e via Colombo - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe IV - Aree ad intensa attività umana	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	65	55
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento non percepibile	
	Fonometro Larson Davis LD831	
Sorgenti osservate	Traffico su SP 103 Cassanese e su via di Vittorio, sorvolo di velivoli	Traffico modesto rispetto al giorno su SP 103 Cassanese e ancora meno frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>8:44 del 28 giugno 2018</b>	<b>23:00 del 28 giugno 2018</b>
Ora fine misura	<b>9:15 del 28 giugno 2018</b>	<b>23:33 del 28 giugno 2018</b>
Livello sonoro Leq (A)	48 dB	33 dB

Punto di misura	Presso rotonda via Morelli (20 metri dall'asse) - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe III - Aree di tipo misto	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	60	50
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento non percepibile	
	Fonometro Larson Davis LD831	
Sorgenti osservate	Traffico su SP 103 Cassanese e su via di Vittorio	Traffico lontano indistinto e poco frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>14:20 del 26 maggio 2016</b>	<b>23:03 del 26 maggio 2016</b>
Ora fine misura	<b>14:52 del 26 maggio 2016</b>	<b>23:35 del 26 maggio 2016</b>
Livello sonoro Leq (A)	56 dB	35 dB

Punto di misura	Presso rotonda via Morelli (20 metri dall'asse) - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe III - Aree di tipo misto	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	60	50
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento non percepibile	
	Fonometro Larson Davis LD831	
Sorgenti osservate	Traffico su SP 103 Cassanese e su via di Vittorio	Traffico lontano indistinto e poco frequente su via di Vittorio
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>10:08 del 28 giugno 2018</b>	<b>23:40 del 28 giugno 2018</b>
Ora fine misura	<b>10:40 del 28 giugno 2018</b>	<b>00:14 del 28 giugno 2018</b>
Livello sonoro Leq (A)	58 dB	35 dB

Punto di misura	Fine via Cristoforo Colombo - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe III - Aree di tipo misto	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	60	50
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento assente	
Strumentazione usata	Fonometro Delta OHM HD2110	
Sorgenti osservate	Traffico indistinto, sorvolo di alcuni velivoli	Traffico indistinto, rumori notturni casuali di animali
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	<b>11:27 del 9 giugno 2016</b>	<b>23:38 del 9 giugno</b>
Ora fine misura	<b>12:01 del 9 giugno 2016</b>	<b>00:09 del 10 giugno</b>
Livello sonoro Leq (A)	52 dB	32 dB

Punto di misura	Fine via Cristoforo Colombo - tipo 3	
Zonizzazione del punto di misura	Zona in classe III – Aree di tipo misto	
Tempo di riferimento	DIURNO	NOTTURNO
Limite di immissione	60	50
Condizioni meteo	Cielo poco nuvoloso, vento assente	
Strumentazione usata	Fonometro Delta OHM HD2110	
Sorgenti osservate	Traffico indistinto, sorvolo di alcuni velivoli	Traffico indistinto, rumori notturni casuali di animali
Tempo di misura	Campionamento 30 minuti circa	
Ora inizio misura	9:20 del 28 giugno 2018	23:40 del 28 giugno 2018
Ora fine misura	9:52 del 28 giugno 2018	00:14 del 28 giugno 2018
Livello sonoro Leq (A)	45 dB	32 dB

Come vediamo dalle tabelle e dai grafici il campionamento attuale ha per lo più confermato il clima acustico verificato nel 2016, con la sola differenza che i rilievi presso la rotonda di via Morelli sono modificati dalla presenza delle bande rumorose di rallentamento, che non erano presenti nel 2016 e che verranno eliminate con la formazione definitiva della rotonda.

**Pertanto è possibile confermare in toto i rilievi del 2016 e mantenere i calcoli previsionali eseguiti all'epoca, come nel prosieguo di questa relazione.**

Dai campionamenti effettuati nelle posizioni all'interno del lotto si osserva come la mitigazione dovuta all'allontanamento dalle direttrici di traffico sia sensibile, mentre nel periodo diurno si osservano i passaggi degli aerei che non sono più mascherati dal rumore del traffico.

Per avere un'informazione sul clima acustico presso i futuri edifici è necessario operare una serie di calcoli applicando la formula per la divergenza geometrica proposta dalla UNI ISO 9613-2:2006 per le sorgenti ad emissione sferica in campo aperto:

$$A_{div} = 20 \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right) - 11 \quad [\text{dB}]$$

calcolata l'attenuazione (o la correzione eventuale in aumento) da applicare alle diverse sorgenti, si esegue la somma logaritmica tra il clima esistente ed il valore di emissione

teorico al netto dell'attenuazione per distanza ottengo il livello di immissioni complessivo in facciata applicando la consueta formula della somma logaritmica tra due o più livelli sonori:

$$\sum L_i = 10 \cdot \log_{10} [10^{(L_1/10)} + 10^{(L_2/10)} + \dots + 10^{(L_n/10)}] \quad \text{dB(A)}$$

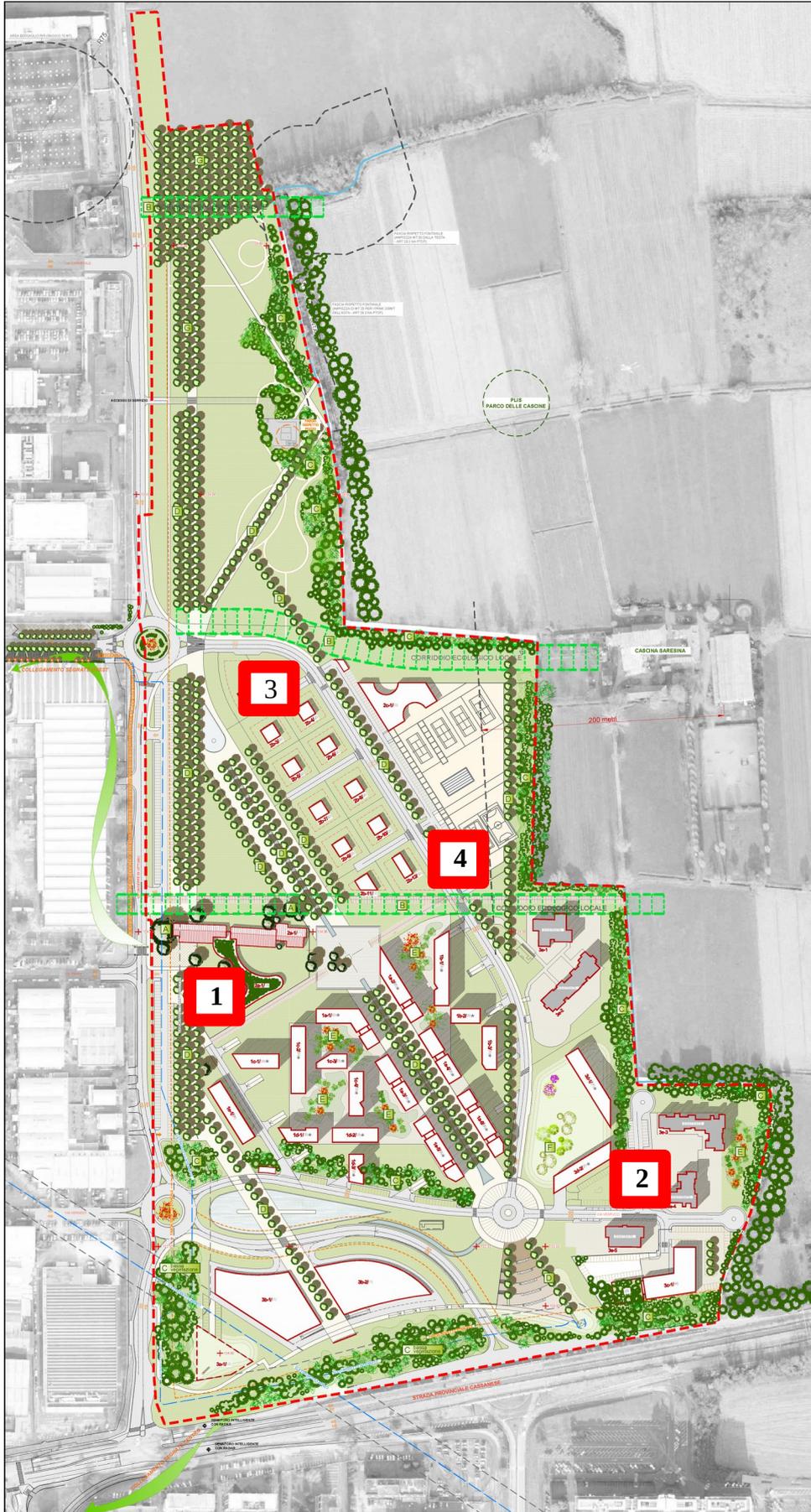
Per questi calcoli si prendono ad esempio quattro edifici più significativi: l'edificio direzionale e l'edificio destinato a residenza per anziani in quanto i più esposti al traffico delle direttrici esistenti, una delle ville e un condominio al centro del terreno; gli edifici prescelti sono stati indicati nella planimetria seguente con la seguente legenda.

- 1 - edificio direzionale
- 2 - centro anziani
- 3 - villa
- 4 - condominio centrale

Nel calcolo si trascurano sia gli effetti di mitigazione della vegetazione in progetto che degli edifici ma al contempo anche le possibili riflessioni, queste ultime peraltro possono creare anche degli effetti favorevoli creando delle opposizioni di fase.

Per ciascuna posizione si considerano le sorgenti sonore più rilevanti: le due direttrici di traffico esistenti, le strade interne al lotto e la caldaia di cogenerazione.

Nelle successive tabelle avremo il riepilogo delle sorgenti considerate e delle immissioni calcolate.



SORGENTE	Livello di emissione		Distanza di riferimento
	DIURNO	NOTTURNO	
Via Giuseppe di Vittorio	67 dB	40 dB	5 m
Sp 103	58 dB	45 dB	100 m
Camino caldaia di cogenerazione	70 dB	70 dB	2 m
Peduncolo	65,3 dB	46,6 dB	1 m
Via Vespucci/via C. Colombo	62,7 dB	43,6 dB	1 m

Dalla planimetria georeferenziata di progetto si ottengono le distanze:

Riferimento	Distanze medie				
	Via G. di Vittorio	Sp103	Camino caldaia di cogenerazione	Peduncolo	Via Vespucci / via C. Colombo
1	58 m	250 m	215 m	115 m	56 m
2	400 m	30 m	360 m	130 m	90 m
3	115 m	510 m	510 m	380 m	60 m
4	235 m	340 m	400 m	225 m	45 m

Da cui le mitigazioni:

Riferimento	Mitigazioni medie				
	Via G. di Vittorio	Sp103	Camino caldaia di cogenerazione	Peduncolo	Via Vespucci / via C. Colombo
1	#	#	35,6 dB	30 dB	24 dB
2	#	9,5 dB*	40,1 dB	31,3 dB	28 dB
3	#	#	43 dB	40,5 dB	24,5 dB
4	#	#	41 dB	36 dB	22 dB

Si applicano le seguenti note:

# per queste posizioni si applicano i valori di campionamento della tabella seguente

\* questi valori si applicano per correggere la misura effettuata ad una posizione diversa rispetto a quella dell'edificio e di fatto meno esposta: di fatto abbiamo un aumento di 9,5 dB rispetto alle misure fatte in riferimento alla SP 103, quindi 67,5 diurni e 54,5 notturni.

Valori di campionamento applicabili alle posizioni indicate in riferimento all'impatto di via di Vittorio e della SP 103.

RIFERIMENTO	CAMPIONAMENTO	
	DIURNO	NOTTURNO
Stazione a metà strada tra la rotonda di via Kennedy e l'intersezione con via Colombo riferibile all'edificio 1	54 dB	41,4 dB
Stazione all'intersezione di via Vespucci con via Colombo riferibile all'edificio 2	58 dB	45 dB
Stazione nei pressi della rotonda di via Morelli riferibile all'edificio 3	56 dB	35 dB
Stazione alla fine di via C. Colombo riferibile all'edificio 4	52 dB	32 dB

Riferimento	Immissioni previsionali diurne				
	Via G. di Vittorio	Sp103	Camino caldaia di cogenerazione	Peduncolo	Via Vespucci / via C. Colombo
1	54 dB	54 dB	34,4 dB	35,3 dB	38,7dB
2	58 dB	67,5 dB	29,9 dB	34 dB	42,7 dB
3	56 dB	56 dB	27 dB	24,8 dB	38,2 dB
4	52 dB	52 dB	29 dB	29,3 dB	40,7 dB

Riferimento	Immissioni previsionali notturne				
	Via G. di Vittorio	Sp103	Camino caldaia di cogenerazione	Peduncolo	Via Vespucci / via C. Colombo
1	41,1 dB	41,1 dB	34,4 dB	16,6 dB	19,6 dB
2	45 dB	54,5 dB	29,9 dB	15,3 dB	15,6 dB
3	35 dB	35 dB	27 dB	6,1 dB	19,1 dB
4	32 dB	32 dB	29 dB	10,6 dB	21,6 dB

Valori di immissione previsionali comprese le nuove sorgenti future.

RIFERIMENTO	Livello di immissione previsionale	
	DIURNO	NOTTURNO
1	54,2 dB	42 dB
2	67,5 dB	54,5 dB
3	56,1 dB	35,7 dB
4	52,3 dB	34,1 dB

Confronto tra i valori previsionali e le zone acustiche assegnate:

RIF.	PREVISTO	REQUISITO	CONFORME	PREVISTO	REQUISITO	CONFORME
	DIURNO	DIURNO		NOTTURNO	NOTTURNO	
1	54,1 dB	65 dB	SI	41,4 dB	55 dB	SI
2	67,5 dB	65 dB	NO	54,5 dB	55 dB	SI
3	56 dB	65 dB	SI	37 dB	55 dB	SI
4	52,1 dB	60 dB	SI	37,1 dB	50 dB	SI

## 5. CONCLUSIONI

### 5.1 Clima Acustico dell'area

Innanzitutto, pur essendo intercorse delle modifiche nel territorio remoto (la connessione della A35 con la Cassanese) e nel territorio vicino (le bande rumorose all'incrocio con via Morelli), il clima non ha subito variazioni rilevanti.

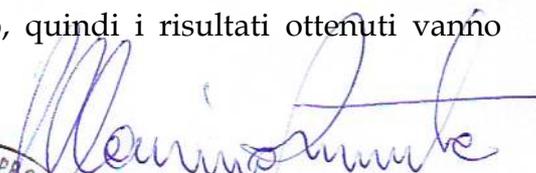
Quindi il clima acustico è rimasto sostanzialmente aderente alla zonizzazione applicata, che prevede una fascia in zona IV nei pressi delle due direttrici di traffico più importanti (via G. di Vittorio e SP103).

Le immissioni diurne di via G. di Vittorio sono leggermente superiori ai limiti di zona IV raggiungendo i 67 dB misurati a 5 metri di distanza durante le ore di punta diurne, mentre nelle altre ore risulta compatibile con i limiti di zona, comprese quelle notturne, questo condiziona anche i risultati in cui il suo contributo sonoro risulta rilevante.

### 5.2 Clima/impatto previsionale

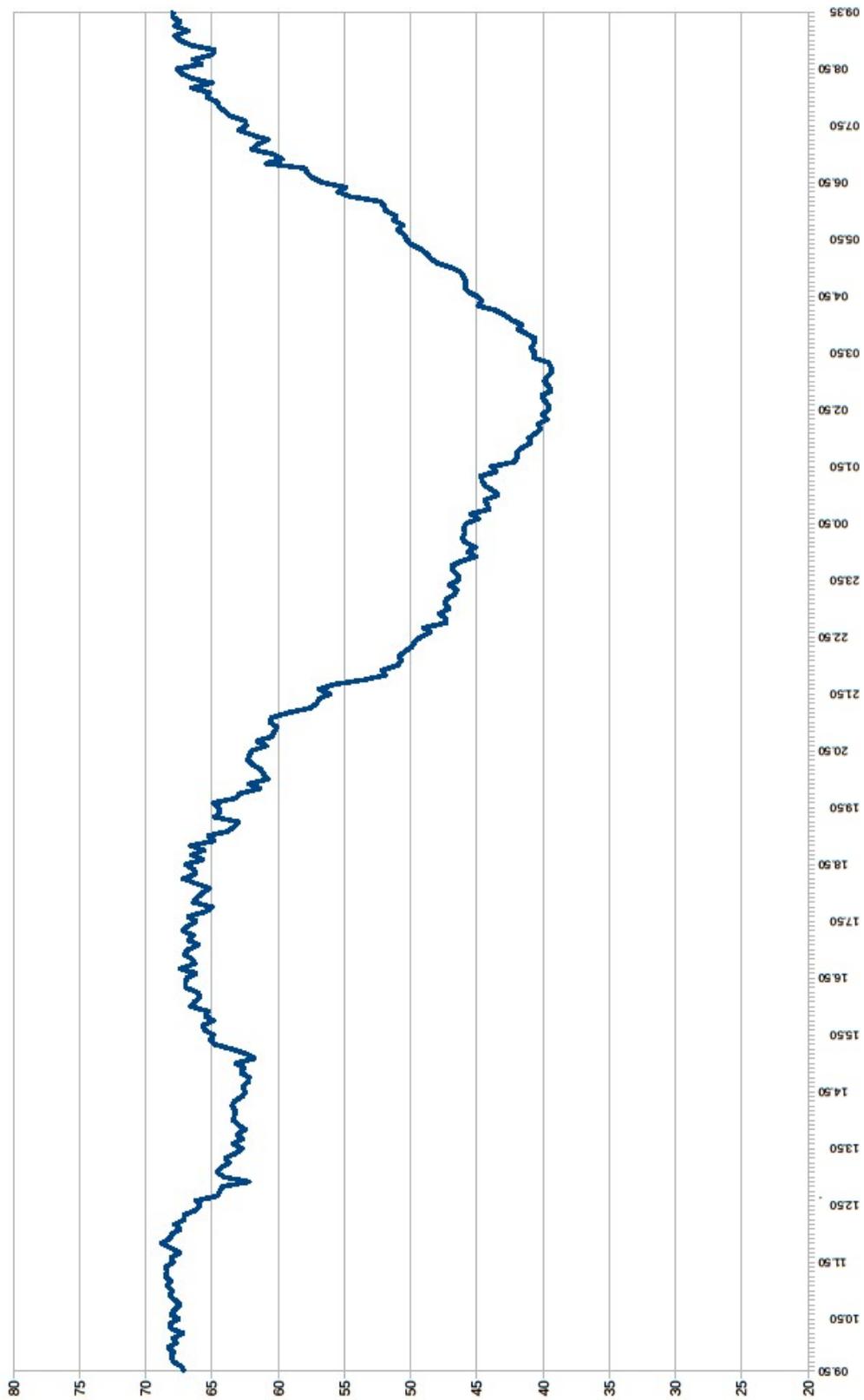
Dal punto di vista delle emissioni future, posto che le aree confinanti sono di tipo prevalentemente industriale (zonizzazione acustica in classe V) e quindi sostanzialmente prive di ricettori sensibili, l'analisi effettuata verso i nuovi edifici in progetto rivela che, grazie alle distanze dalle nuove sorgenti, l'impatto prevedibile risulta poco rilevante, mentre il clima acustico preesistente è quasi sempre conforme ai requisiti di zona salvo per l'edificio destinato a residenza per anziani, che si troverà in una zona acusticamente piuttosto gravosa, per cui si raccomanda particolare attenzione nella realizzazione dei requisiti acustici passivi dell'involucro edilizio.

Va ricordato infine che i calcoli previsionali sono stati condotti senza considerare i favorevoli fenomeni di mitigazione acustica relativi alla vegetazione, come gli effetti di ombra acustica vicendevoli tra gli edifici in progetto, quindi i risultati ottenuti vanno considerati come cautelativi.

  
**Dott. Ing. Massimo RUZZANTE**  
N. 404 Elenco tecnici competenti in acustica  
Regione Veneto legge 447/95  


# ALLEGATI

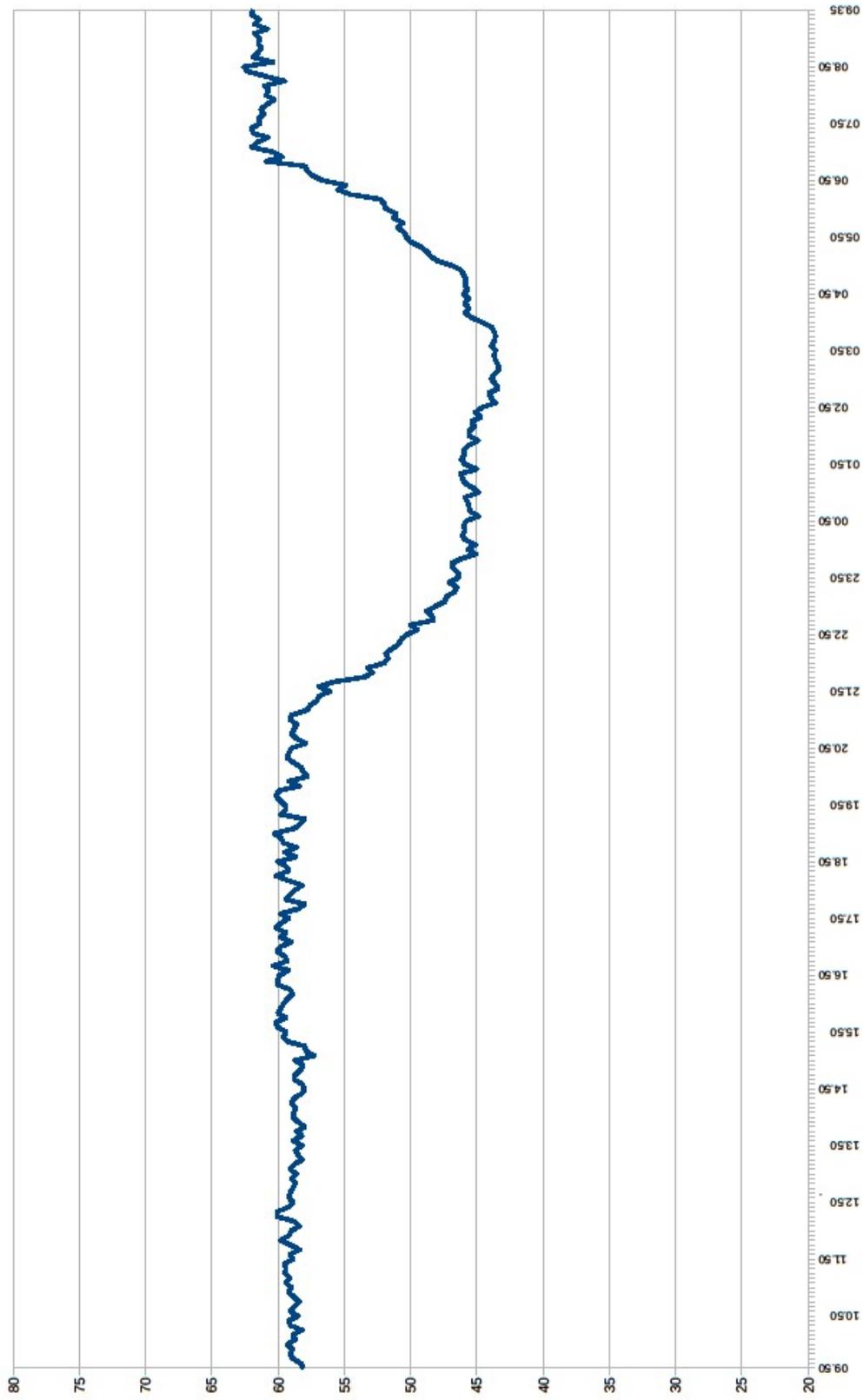
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico campionamento 24 h del 26 maggio 2016

Stazione in via G. di Vittorio di fronte via Farini

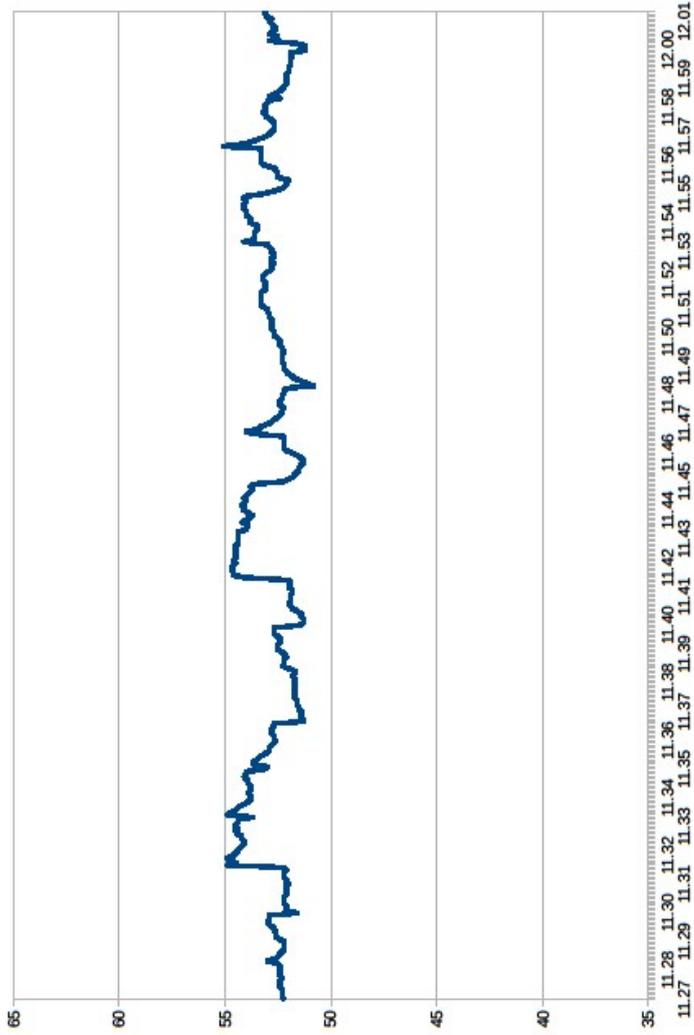
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico campionamento 24 h del 9 giugno 2018

Stazione intersezione di via Vespucci con via Colombo

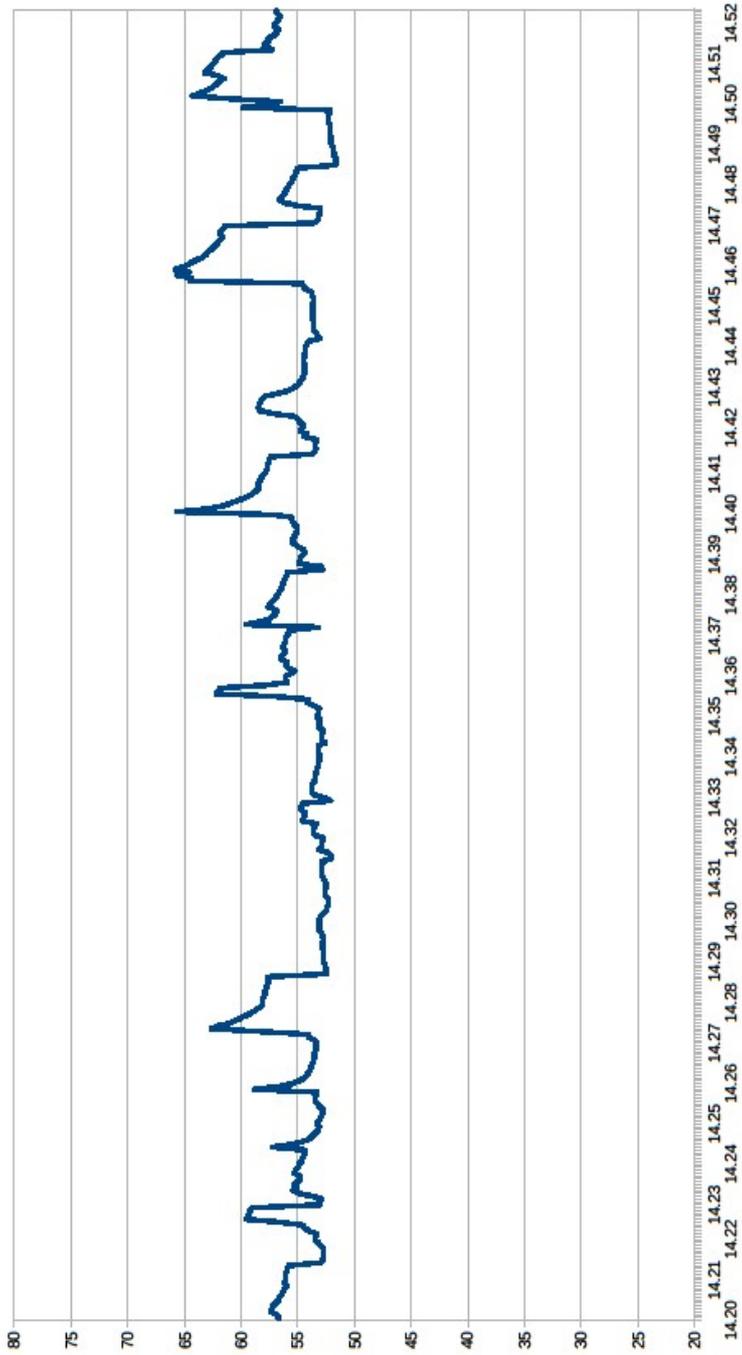
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico diurno del 28 maggio 2016

Stazione alla fine di via Colombo

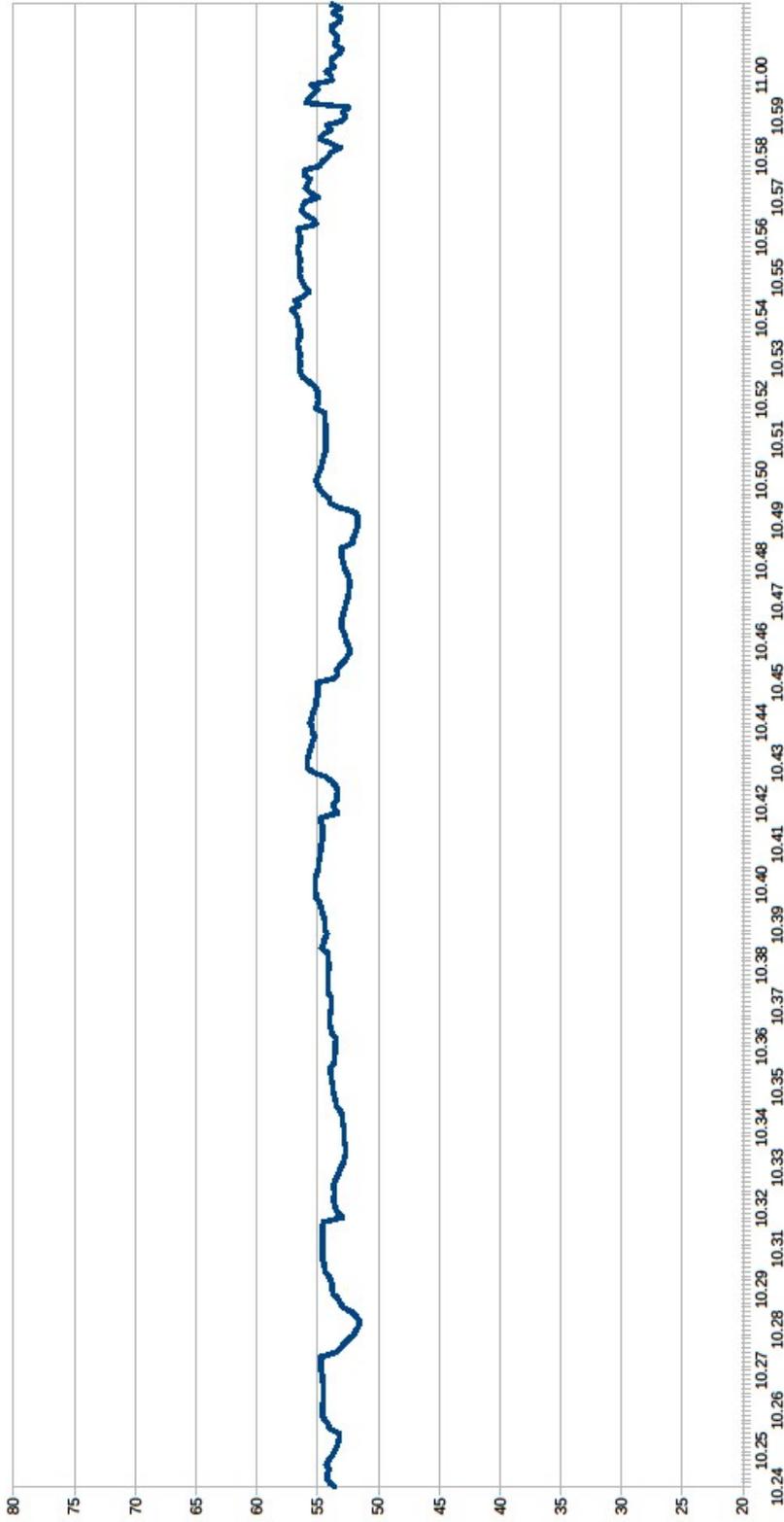
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico diurno del 28 maggio 2016

Stazione presso la rotonda di via Morelli

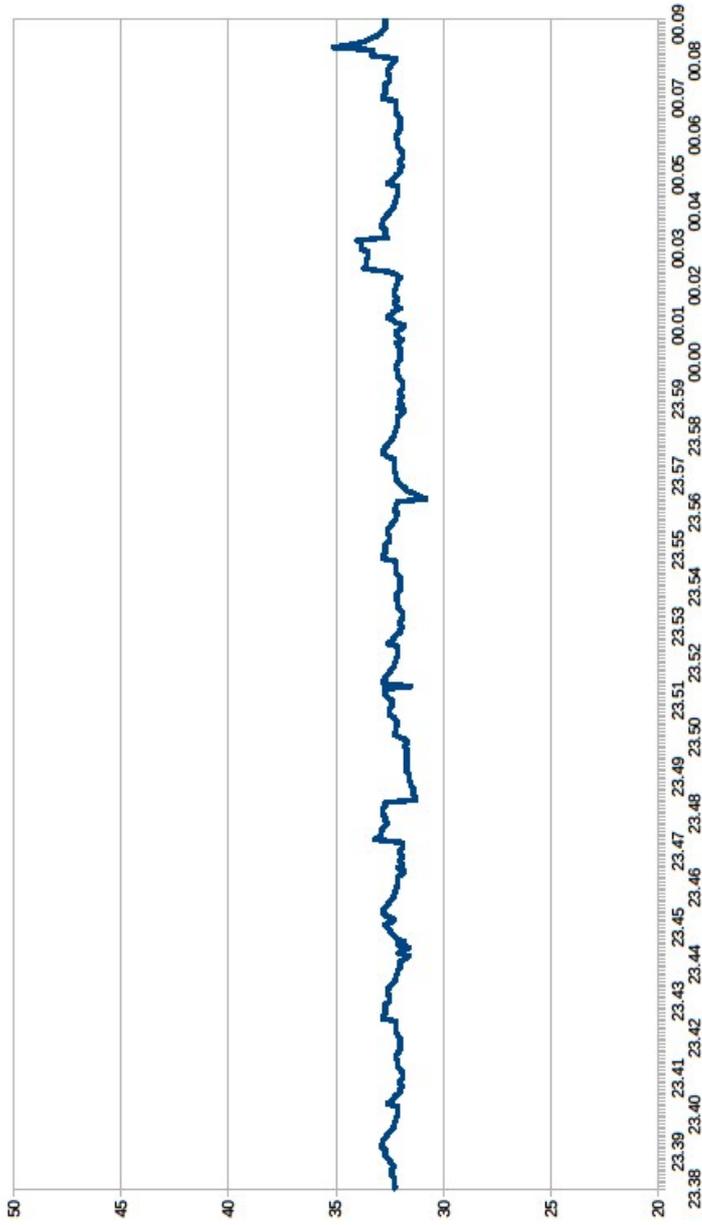
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico campionamento 24 h del 9 giugno 2016

Stazione in via Vespucci a metà strada tra via di Vittorio e via Colombo

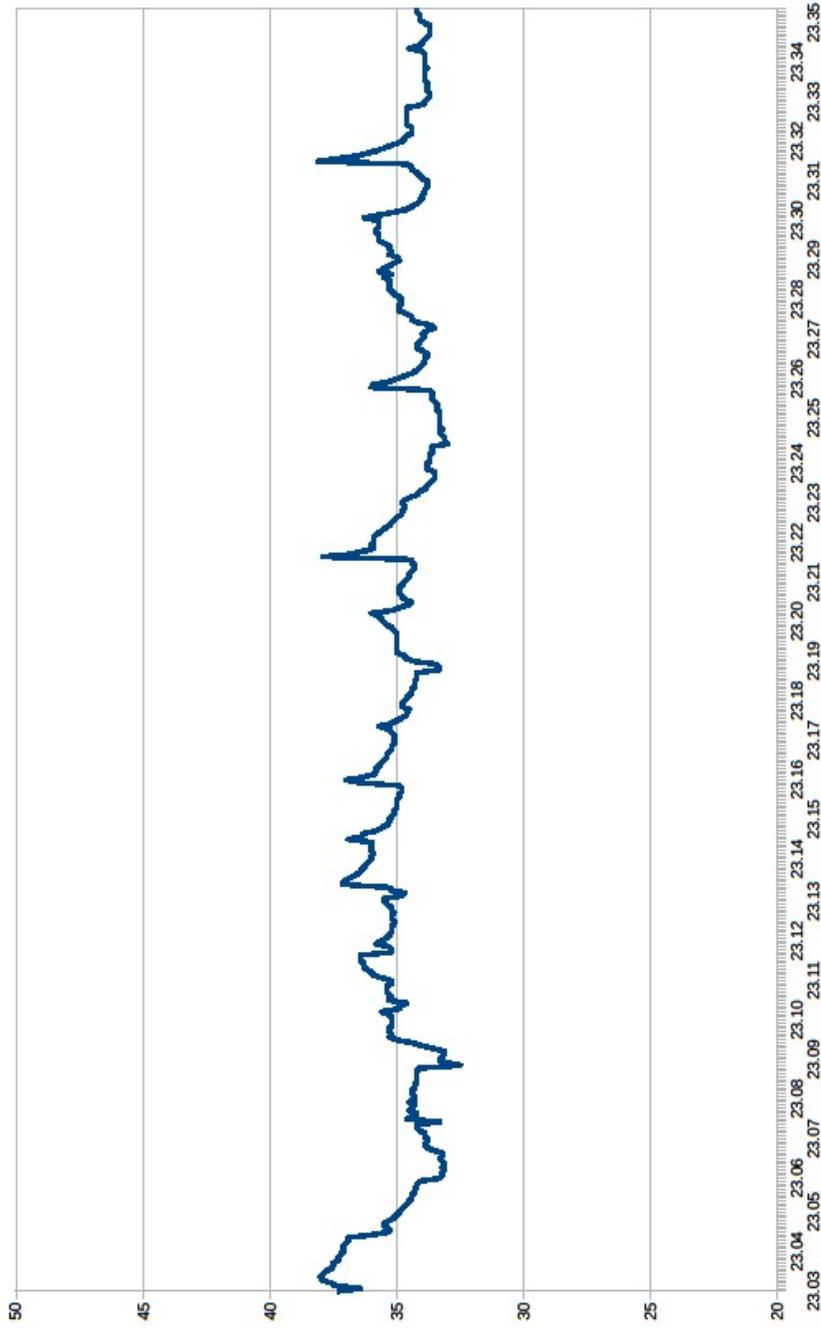
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico ritorno del 26 maggio 2016

Stazione alla fine di via Colombo

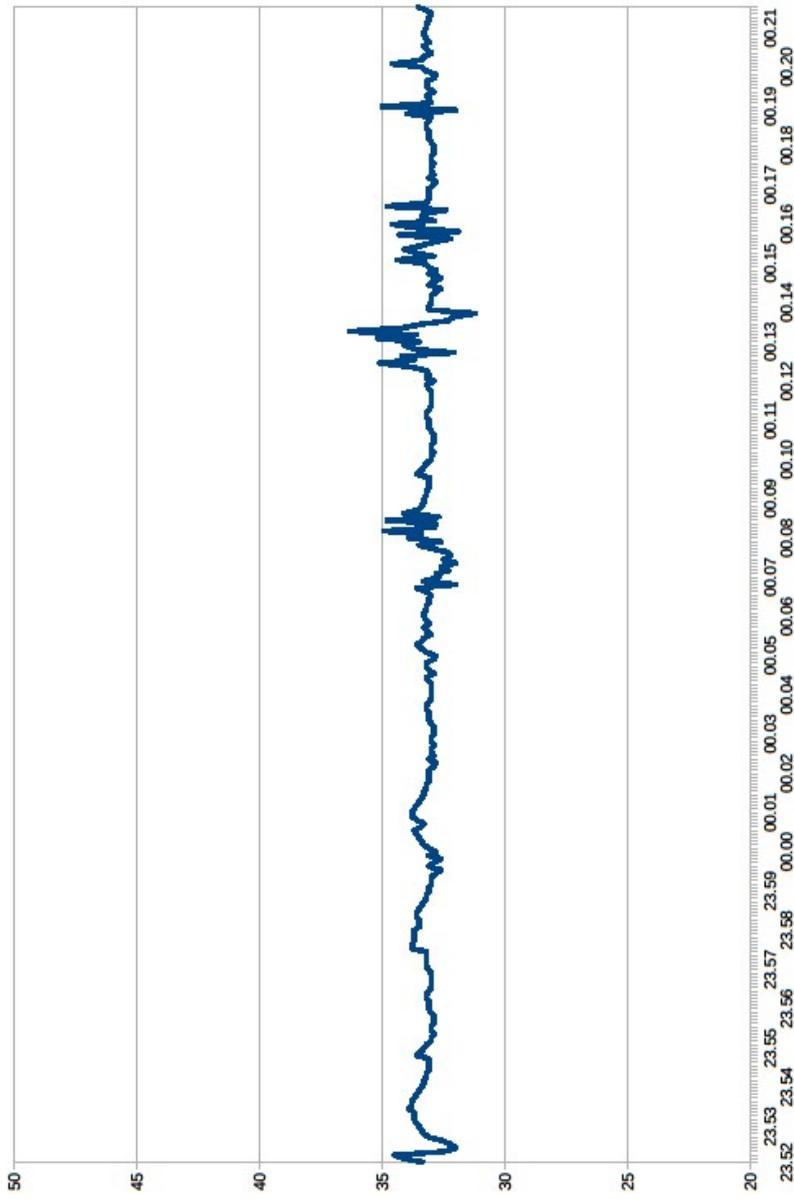
Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



16.876 Grafico notturno del 28 maggio 2018

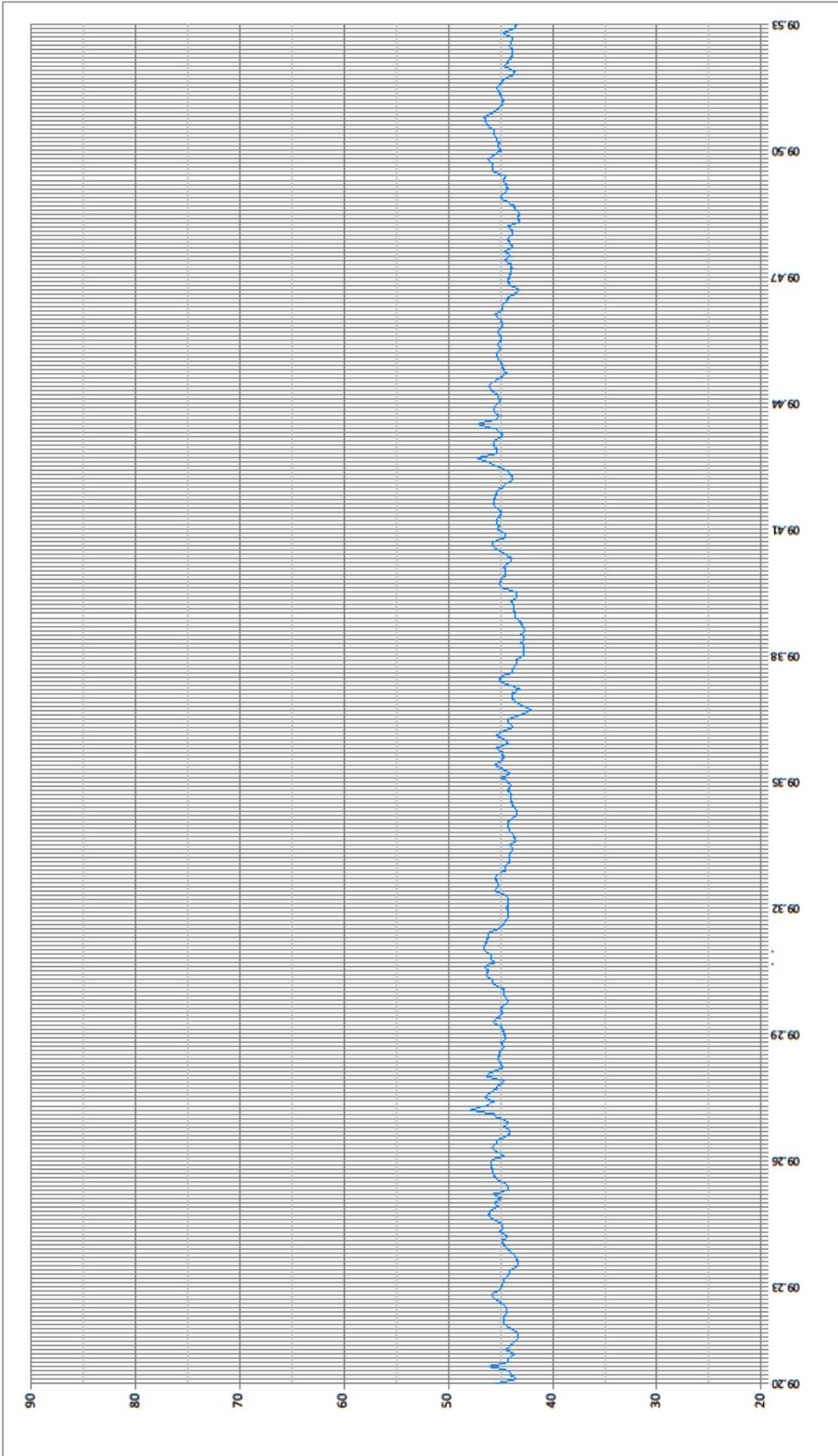
Stazione presso la rotonda di via Morelli

Ing. Massimo Ruzzante - via G. Carducci 14/B - 35123 Padova



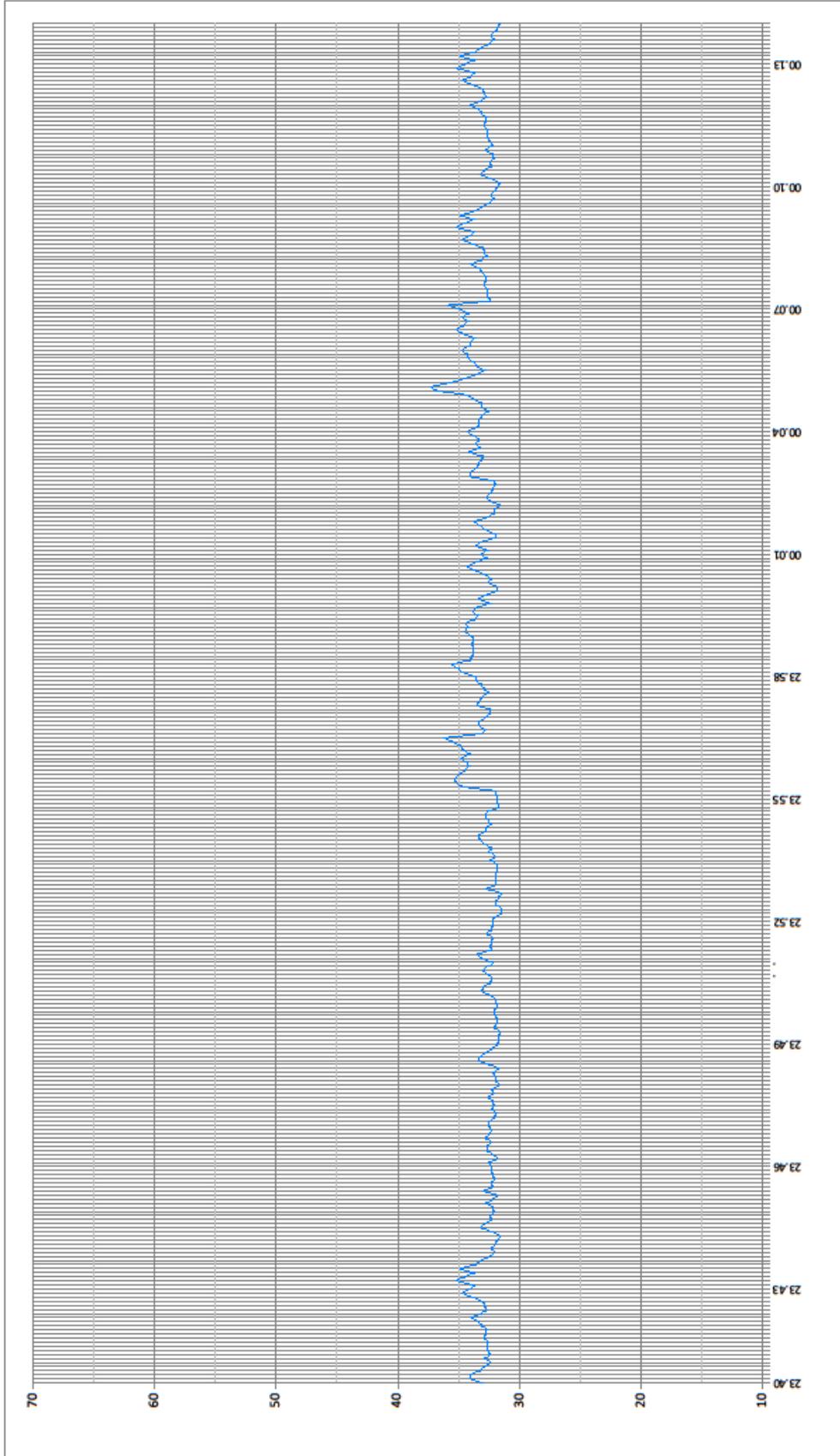
16.876 Grafico notturno del 9 giugno 2016

Stazione in via Vespucci a metà strada tra via di Vittorio e via Colombo



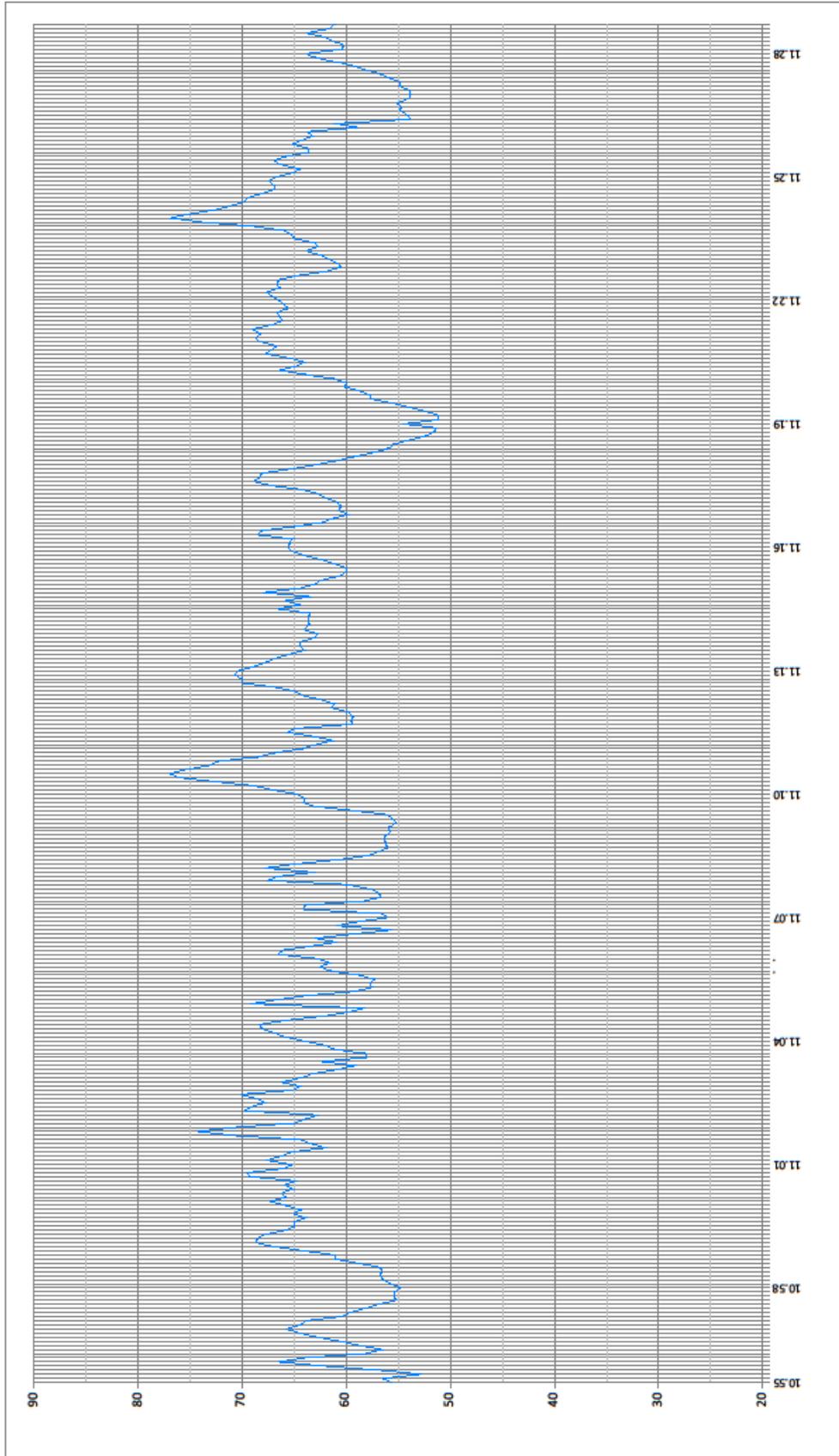
Dalle 23:40 del 28 giugno 2018 alle 0:14 del 29 giugno 2018

Grafico rilevamento fine via Colombo tipo 3 - Segrate



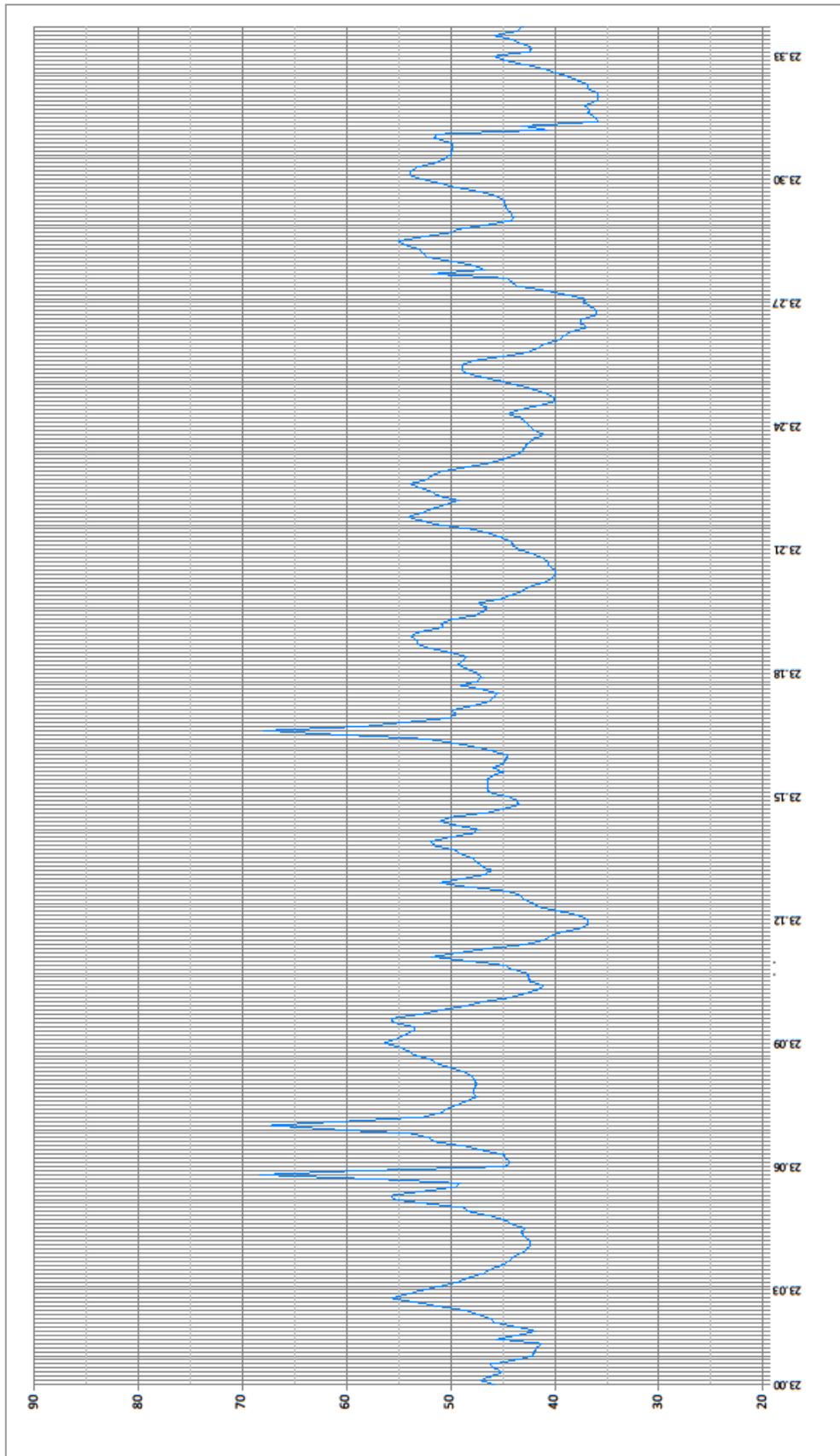
Dalle 23:40 del 28 giugno 2018 alle 0:14 del 29 giugno 2018

Grafico rilevamento fine via Colombo tipo 3 - Segrate



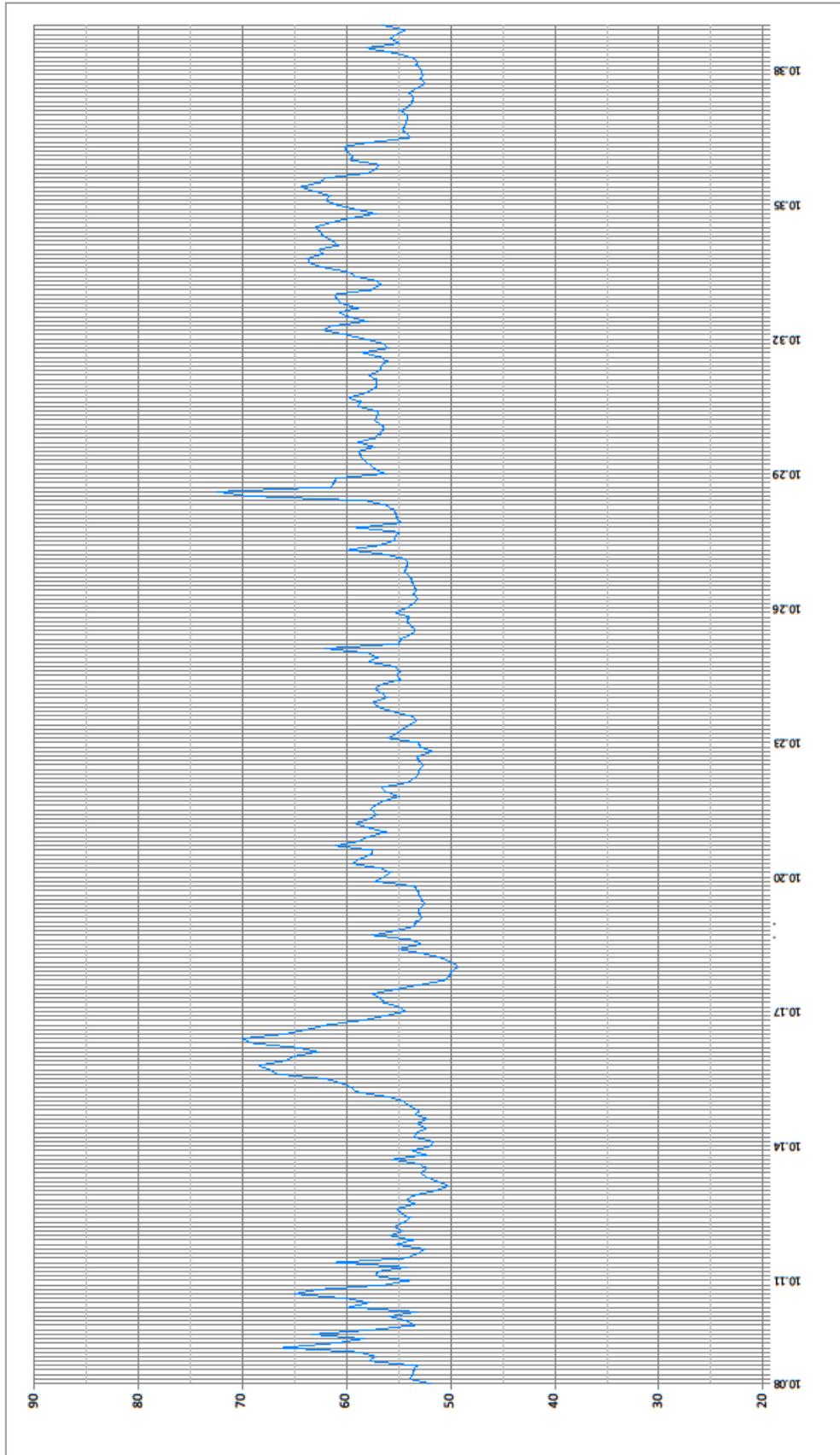
Dalle 10.55 del 28 giugno 2018 alle 11.28 del 28 giugno 2018

Grafico rilevamento via di Vittorio tipo 3 - Segrate



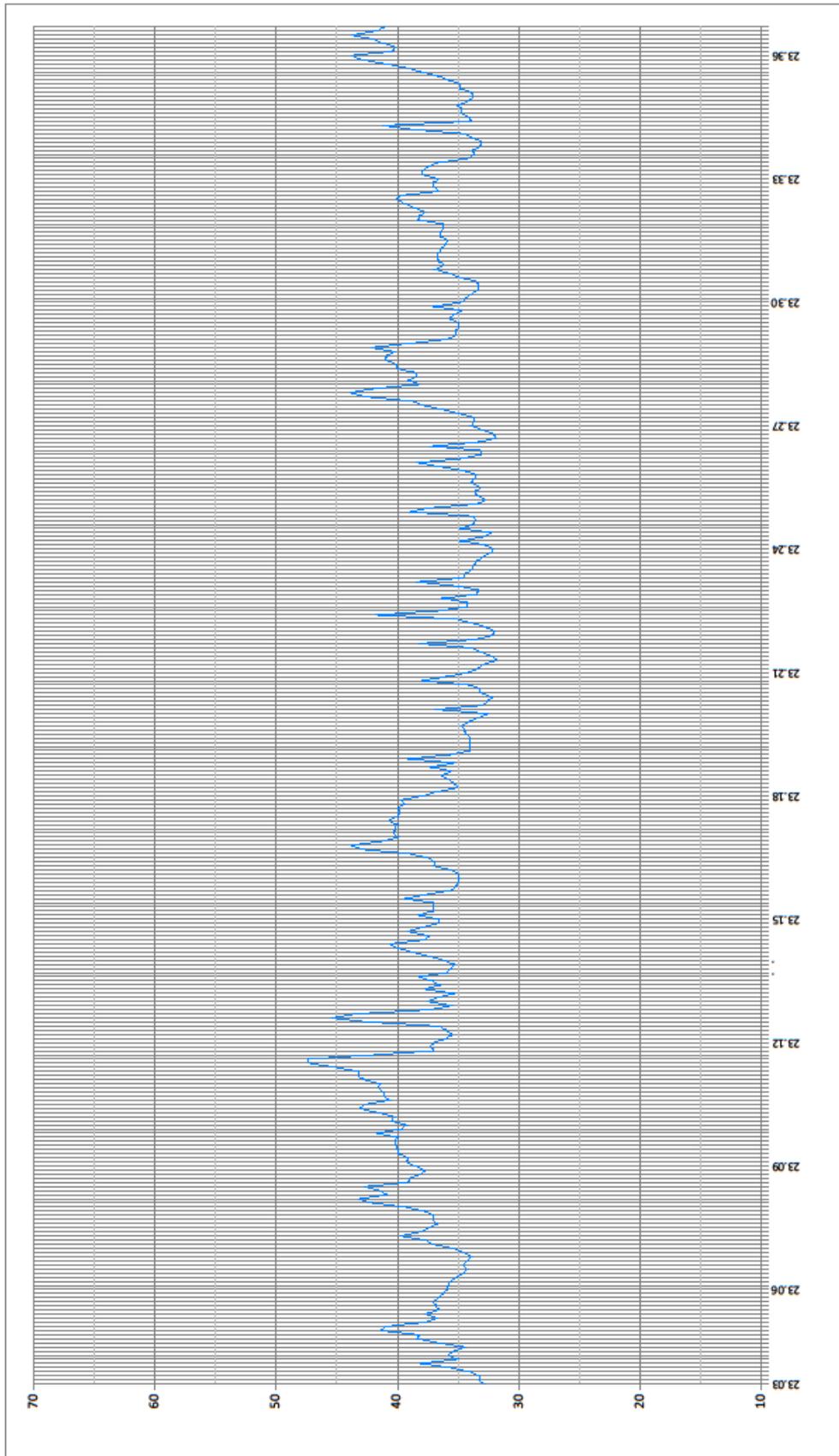
Dalle 10:55 del 28 giugno 2018 alle 11:28 del 28 giugno 2018

Grafico rilevamento via di Vittonio tipo 3 - Segrate



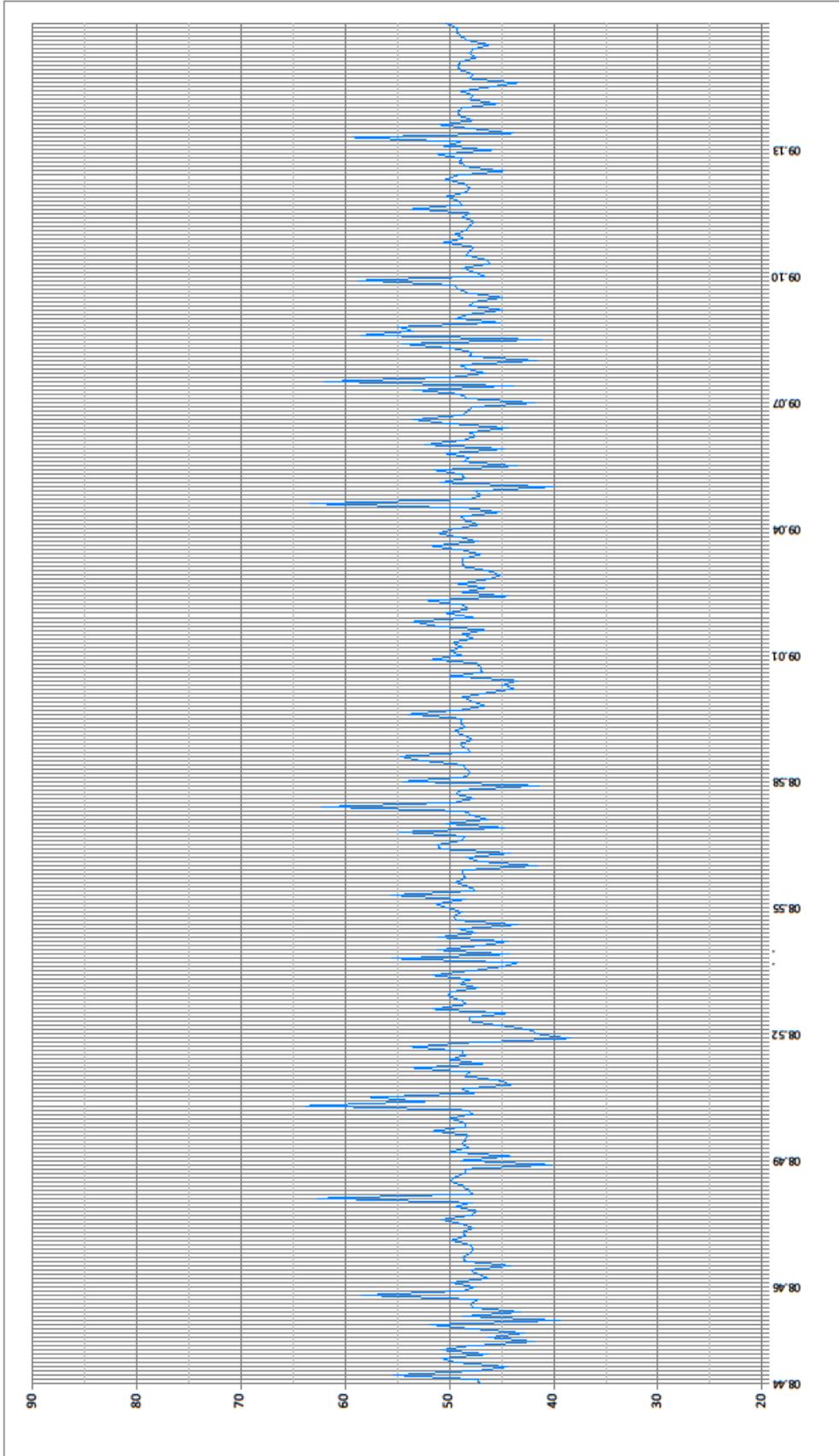
Dalle 23:40 del 28 giugno 2018 alle 0:14 del 29 giugno 2018

Grafico rilevamento fine via Colombo tipo 3 - Segrate



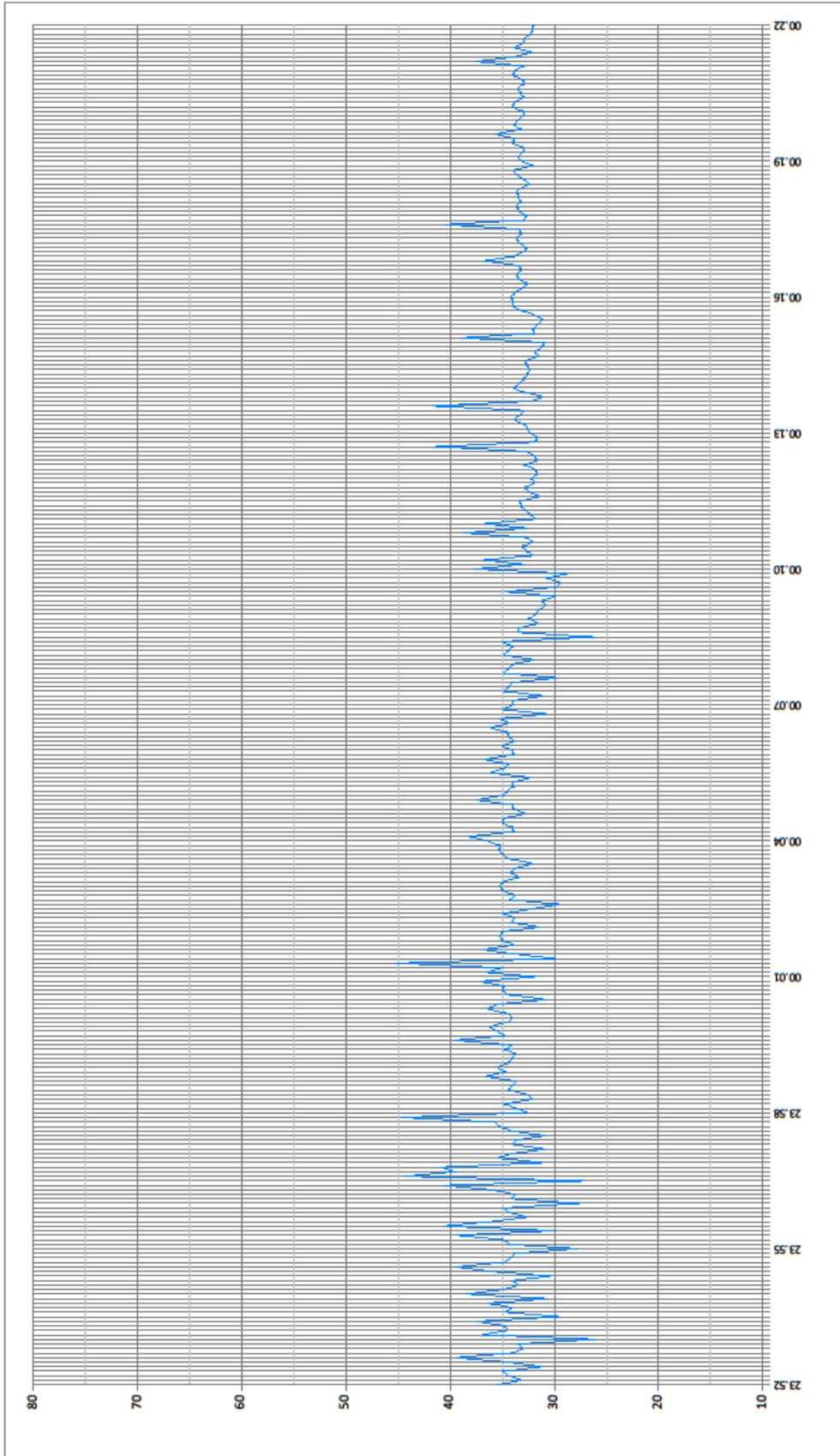
Dalle 23:03 del 28 giugno 2018 alle 23:36 del 28 giugno 2018

Grafico rilevamento rotonda via Morelli notturno tipo 3 - Segrate



Dalle 8:44 del 28 giugno 2018 alle 9:15 del 28 giugno 2018

Grafico rilevamento via Vespucci tipo 3 - Segrate



Dalle 23:52 del 28 giugno 2018 alle 00:21 del 29 giugno 2018

Grafico rilevamento Via Vespucci tipo 3 - Segrate

**ING.  
MASSIMO  
RUZZANTE**

Via G. Carducci 14/B  
35123 PADOVA

Recapito per Milano  
Via Martino Bassi, 42  
20038 SEREGNO

Tel.  
049.9817446  
Mobile 333.6815723  
**massimo.ruzzante**  
**@virgilio.it**

Ordine degli ingegneri  
di Padova  
Nr. d'ordine: 2610

Tecnico competente  
in Acustica  
Ambientale L.447/95  
Nr. d'ordine: 404

**RELAZIONE DI PREVISIONE  
DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI  
DEGLI EDIFICI**

**D.P.C.M. 5.12.1997**

**L.R. LOMBARDIA NR. 13 DEL 10 AGOSTO 2001**

*PROGETTO: Nuovo edificio residenziale in via C. Colombo - Segrate.*

*TIPO DEL PROGETTO: Programma Integrato di Intervento (PII) "Milano 4 You", per la realizzazione di un intervento residenziale, commerciale direzionale, standard privati ed opere pubbliche connesse. Ambito di trasformazione via G. di Vittorio (Cascina Boffalora) - Segrate.*

Questa relazione è costituita da 26 pagine.

**Relazione 18.1040**

Padova, 5 luglio 2018.



*Massimo Ruzzante*  
**Dott. Ing. Massimo RUZZANTE**  
Nr. 404 Elenco tecnici competenti in acustica  
Regione Veneto legge 447/95

## 0. SCOPO

La presente relazione è redatta per fornire un'analisi previsionale dei requisiti acustici passivi per la realizzazione di un condominio residenziale a Segrate (MI) in via C. Colombo.

Tale realizzazione è costituita da 32 unità abitative, suddivise su nove piani abitabili più piano terra, 4 sottotetti S.P.P. al decimo piano e lastrico solare soprastante, quest'ultimo ospita alcuni impianti tecnologici ed è ombreggiato dall'installazione dei pannelli fotovoltaici.

Al piano terra sono realizzati l'atrio di ingresso, le cantine di pertinenza degli appartamenti (40), una sala condominiale ed alcuni vani tecnici e di servizio; i box di ricovero degli autoveicoli (32) ed ulteriori vani tecnici sono distribuiti nell'interrato.

Il palazzo è servito da tre ascensori.

## 1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 1.1 Riferimenti normativi.

In attuazione dell'art. 3, primo comma, lettera e), della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995, in data 5/12/1997 è stato emanato dalla presidenza del consiglio dei Ministri il decreto dal titolo "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici". Tale provvedimento è stato pubblicato sulla G.U. n. 297 del 22/12/1997 ed è entrato in vigore il 21/2/1998.

In conformità alla legge regionale Lombardia n. 13 del 10 agosto 2001 art. 7 comma 2 la presente relazione rappresenta la previsione del rispetto dei requisiti acustici passivi.

Per quanto riguarda i requisiti acustici passivi degli edifici vengono assunti come parametri di riferimento quelli di seguito elencati:

- Indice di valutazione del potere fonoisolanti apparente di partizioni tra ambienti  $R'_w$  da riferirsi ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;
- Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  ;
- Indice di valutazione del rumore di calpestio di solai normalizzato  $L'_{n,w}$ .

In funzione della tipologia di edificio considerato e della sua destinazione d'uso, si hanno differenti requisiti acustici passivi da rispettare.

Per ambienti adibiti a residenza od assimilabili alla categoria A del DPCM, i valori limite richiesti sono i seguenti:

**$R'w \geq 50$  dB** (da valutare solo tra distinte unità immobiliari come prescritto nella nota 1 Tabella B).

**$D_{2m,nT,w} \geq 40$  dB** (isolamento acustico di facciata)

**$L'_{n,w} \leq 63$  dB** (isolamento al calpestio)

Per ambienti adibiti a residenza od assimilabili alla categoria B del DPCM, i valori limite richiesti sono i seguenti:

**$R'w \geq 50$  dB** (da valutare solo tra distinte unità immobiliari come prescritto nella nota 1 Tabella B).

**$D_{2m,nT,w} \geq 42$  dB** (isolamento acustico di facciata)

**$L'_{n,w} \leq 55$  dB** (isolamento al calpestio)

## 1.1 Metodologie di calcolo.

La stima teorica dei requisiti passivi può essere eseguita in modo affidabile con l'applicazione dei modelli semplificati definiti ed esposti nelle normative UNI EN ISO di seguito descritte.

**UNI EN ISO 12354 - 1:2002** - " *Isolamento del rumore per via aerea tra ambienti*", modello semplificato (4.4).

L'indice di valutazione del potere fonoisolante delle varie strutture è stato calcolato utilizzando la relazione riportata in appendice B.2, valida per massa superficiale  $m' > 150$  Kg/m<sup>2</sup>:

$$R_w = 37,5 \cdot \log m' - 42,0 \quad [\text{dB}]$$

Con  $m'$  espresso appunto in Kg/m<sup>2</sup>. Per le partizioni multistrato si dovrà tener conto dell'eventuale miglioramento dovuto all'intercapedine ed al materiale in essa presente.

Occorre poi tener conto della trasmissione di fiancheggiamento: sono stati considerati 12 percorsi di trasmissione. Indicando le strutture con D (divisorio tra ambienti), L (fiancheggiante e sinistra), R (fiancheggiante a destra), F (fiancheggiante superiore per divisori verticali e frontale per divisori orizzontali), B (fiancheggiante inferiore per divisori verticali e retro per divisorio orizzontale), con la convenzione di utilizzare le lettere

maiuscole (indice J) per l'ambiente emittente e le minuscole (indice k) per l'ambiente ricevente si hanno i seguenti percorsi di fiancheggiamento:

Dl Dr Df Db Ld Ll Rd Rr Fd Ff Bd Bb

Detti  $R_{jk}$  i vari indici di valutazione del potere fonoisolante laterale per ciascuno dei percorsi e  $R_{Dd}$  l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta, si può calcolare l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$ :

$$R'_w = -10 \log(\sum 10^{-R_{jk}/10}) \quad [\text{dB}]$$

Il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante di ciascun percorso laterale  $R_{Mm}$  si può calcolare utilizzando la seguente relazione:

$$R_{jk} = \frac{R_{J,w} + R_{k,w}}{2} + \Delta R_{jk,w} + K_{jk} + 10 \log(S/l_k) \quad [\text{dB}]$$

dove  $R_{J,w}$  e  $R_{k,w}$  sono gli indici di valutazione delle due strutture J e k,  $\Delta R_{jk,w}$  è l'incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante dovuto a strati aggiuntivi (contropareti, controsoffitti, pavimenti galleggianti),  $K_{jk}$  è l'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione Jk, S è la superficie dell'elemento divisorio,  $l_k$  è l'elemento di accoppiamento comune tra l'elemento di separazione e l'elemento laterale considerato.

Nell'appendice E della norma UNI sono riportate le formule di calcolo degli indici di riduzione delle vibrazioni. Schematicamente, detto M il rapporto tra le due masse superficiali ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) degli elementi J e k coinvolti ( $M = m_j/m_k$ ) si ha:

Giunto a croce: Strutture in linea (Ll, Rr, Ff, Bb):  $K_{jk} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2$

Strutture perpendicolari (Ld, Dl, Rd, Dr, Fd, Df, Bd, Db)

$$K_{jk} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2$$

Giunto a T: Strutture in linea (Ll, Rr, Ff, Bb):  $K_{jk} = 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2$

Strutture perpendicolari (Ld, Dl, Rd, Dr, Fd, Df, Bd, Db)

$$K_{jk} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2$$

**UNI EN ISO 12354 - 2:2002 - “ Isolamento acustico al calpestio tra ambienti”, modello semplificato (4.3).**

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'isolamento acustico  $L'_{n,w}$  è dato da:

Massa superficiale Elemento divisorio	Massa media per unità di superficie								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	2	2	1	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	1	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	1

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K \quad [\text{dB}]$$

Per solai omogenei (cls pieno gettato in opera, CLS cellulare pieno autoclavato, solaio con tavole forate, solaio con travetti ed alveoli, solaio in lastroni di CLS, solaio in travetti di CLS) può essere utilizzata la seguente relazione per il calcolo di  $L_{n,w,eq}$ :

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log(m') \quad [\text{dB}]$$

Dove  $m'$  è la massa per unità di superficie ( $100 \leq m' \leq 600 \text{ Kg/m}^2$ ). Tale valore può essere penalizzato (7÷10 dB) per la presenza di cavità nella struttura.

Il valore di  $\Delta L_w$  viene calcolato sulla base di:

- pavimento galleggiante di massa superficiale  $m$  ( $\text{Kg/m}^2$ ) e strato isolante di rigidità dinamica  $s'$  ( $\text{MN/m}^3$ ):

$$\Delta L_w = 15 \cdot \log(m/s') + 18 \quad [\text{dB}]$$

- pavimento resiliente di rigidità dinamica  $s'$  ( $\text{MN/m}^3$ ):

$$\Delta L_w = 75 - 20 \cdot \log(s') \quad [\text{dB}]$$

Infine il termine K (termine di correzione per trasmissione laterale) si determina sulla base della massa per unità di superficie dell'elemento divisorio e della media ponderata (rispetto alle superfici) delle masse per unità di area degli elementi laterali. La seguente tabella fornisce i valori di K in funzione dei due parametri indicati.

**UNI EN ISO 12354 - 3:2002** - " *Isolamento contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea*", modello di calcolo (4).

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  è dato da:

$$R'_w = -10 \cdot \log (\Sigma 10^{-R_{e,i,w}/10} + \Sigma 10^{-R_{f,j,w}/10}) \quad [\text{dB}]$$

Dove  $R_{e,i,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i-esimo,  $R_{f,j,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del j-esimo percorso di fiancheggiamento.

Per il calcolo di  $R_{e,i,w}$  delle strutture murarie, ci si riferisce a quanto detto nella norma UNI 12354-1; altri elementi da considerare sono le superfici vetrate e le piccole aperture (es. aerazione cucine).

Finestre:	vetrocamere monolitiche o vetrocamere vetri semplici	$R_w = 12 \cdot \log(m) + 17$	[dB]
	vetrate stratificate	$R_w = 12 \cdot \log(m) + 19$	[dB]
	vetrocamere con una lastra stratificata	$R_w = 12 \cdot \log(m) + 20$	[dB]
	vetrocamere con due lastre stratificate	$R_w = 12 \cdot \log(m) + 22$	[dB]

dove m è la massa superficiale della superficie vetrata.

Piccole aperture:

$$R_w = -10 \cdot \log(S_{\text{open}}/10) \quad [\text{dB}]$$

dove  $S_{\text{open}}$  è la superficie di apertura.

Non si applica però al caso in esame in quanto sono stati previsti adeguati condotti comuni di aerazione.

Possono esser introdotti elementi correttivi per i serramenti (di solito la loro influenza è trascurabile) e i cassonetti (possono penalizzare anche di 10 dB l'isolamento calcolato per la superficie vetrata).

Il termine di fiancheggiamento è in genere meno importante, e viene valutato nel complesso con un unico addendo variabile da 0 a 2 (giunzioni rigide tra facciata ed elementi fiancheggianti).

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ( $D_{2m,n,T,w}$ ) dipende dal potere fonoisolante della facciata, dall'influenza della forma esterna (come la presenza di balconi) e dalle dimensioni degli ambienti:

$$D_{2m,n,T,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log(V/3S) \quad [\text{dB}]$$

Dove:

$R'_w$	calcolato come precedentemente descritto
$L_{fs}$	termine di correzione per forma facciate (variabile da -1 a 7 dB, come da appendice C della norma UNI 12354-3)
$V$	volume (in $\text{m}^3$ ) dell'ambiente di ricezione
$S$	superficie (in $\text{m}^2$ ) della facciata

## 2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

### 2.1.1 Muro perimetrale appartamenti.

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Parete ventilata in gres porcellanato	1,2	42
Camera d'aria fortemente ventilata con inserita struttura sostegno gres	3,8	10
Pannelli rigidi KNAUF ECOSE TECHNOLOGY TP238	5	2
Mattone forato tipo POROTON	20	225
Pannelli rigidi KNAUF ECOSE TECHNOLOGY TP238 con carta kraft freno al vapore	12	5
Camera d'aria con inserita struttura di sostegno cartongesso	8	0
Doppia lastra di cartongesso	2,5	19
<b>TOTALE</b>	<b>52</b>	<b>303</b>

### 2.1.2 Muro perimetrale verso terrazzi.

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Pannelli termoisolanti POLICAPTHERM a cappotto con rasatura intonaco per esterno e barriera al vapore carta KRAFT	10	15
Mattone forato tipo POROTON	20	225
Pannelli rigidi KNAUF ECOSE TECHNOLOGY TP238 con carta kraft freno al vapore	12	5
Camera d'aria con inserita struttura di sostegno cartongesso	8	0
Doppia lastra di cartongesso	2,5	19
<b>TOTALE</b>	<b>52</b>	<b>264</b>

### 2.2 Partizione verticale tra alloggi e vano scala ed ascensore

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Doppia lastra di cartongesso	2,6	19
Camera d'aria con inserita struttura di sostegno cartongesso	2	0
Pannelli rigidi KNAUF ECOSE TECHNOLOGY TP238 con carta kraft freno al vapore	17	8
Muro in cemento armato	20	440
Intonaco plastico per cappotto	1,5	16
<b>TOTALE</b>	<b>44</b>	<b>483</b>

### 2.3 Partizione verticale tra alloggi.

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Cartongesso in lastre	1,25	9,5
Cartongesso in lastre	1,25	9,5

Pannello rigido KNAUF ULTRACOUSTIC R	10	2,25
Intercapedine d'aria non ventilata	3,4	0
Cartongesso in lastre	1,25	9,5
Intercapedine d'aria non ventilata	3,4	0
Pannello rigido KNAUF ULTRACOUSTIC R	10	2,25
Cartongesso in lastre	1,25	9,5
Cartongesso in lastre	1,25	9,5
<b>TOTALE</b>	32	56

#### 2.4 Solaio tra primo piano e piano terra.

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Pavimentazione in ceramica	2	46
Massetto per pavimento in cls magro	5	110
Tappetino anticalpestio ISOLMANT RADIANTE	0,8	4
Massetto cellulare leggero per rasatura impianti	6,2	28
Soletta in cemento armato	20	440
Intercapedine d'aria non ventilata	1,5	18
Pannelli coibentati KNAUF INSULATION C-350-SE	15	5
Controsoffitto a membrana KNAUF doppia lastra di cartongesso con struttura di sostegno	2,5	19
<b>TOTALE</b>	60	670

#### 2.5 Solaio interpiano tra alloggi.

Materiale	Spessore (cm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Pavimentazione in ceramica	2	46
Massetto per pavimento in cls magro	5	110
Tappetino anticalpestio ISOLMANT RADIANTE	0,8	4
Massetto cellulare leggero per rasatura impianti	6,2	28
Soletta in cemento armato	20	440
Intercapedine d'aria non ventilata	6	18
Pannelli coibentati KNAUF INSULATION C-350-SE	4	5
Pannello radiante prefabbricato	2	25
<b>TOTALE</b>	50	676

Dai certificati di prova del materiale in commercio si ricava che lo strato separatore anticalpestio ISOLMANT RADIANTE è dotato della seguente rigidità dinamica tipica:

$$s' = 15 \text{ MN/m}^3$$

#### 2.6 Vetrate

Materiale	Spessore (mm)	Massa superficiale (Kg/m <sup>2</sup> )
Vetro lastra 3+3	6,1	15
Intercapedine in gas inerte	12	0
Vetro lastra 4+4	8,1	20
<b>TOTALE</b>	24	35

### 3. ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DELLE FACCIATE

Le unità immobiliari sono state raggruppate per appartamenti simili per dimensioni e geometria delle singole stanze, numerazione e descrizioni come da progetto

Sono state verificate le situazioni più sfavorevoli che sono le seguenti, ed applicando le formule esposte sono stati ricavati i rispettivi valori di isolamento acustico:

#### PIANI: PRIMO, SECONDO, TERZO, QUARTO, SESTO, SETTIMO E OTTAVO APPARTAMENTI A,B, C, D.

<b>Ingresso Soggiorno</b>	Volume del vano	85,14 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	16,86 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	13,25 m <sup>2</sup>
	<b><math>D_{2m,n,T,w} = 43,7</math> [dB]</b>	

<b>Camera 2</b>	Volume del vano	37,87 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	20,94 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	1,15 m <sup>2</sup>
	<b><math>D_{2m,n,T,w} = 45,4</math> [dB]</b>	

<b>Camera 7</b>	Volume del vano	27,83 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	8,79 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	1,24 m <sup>2</sup>
	<b><math>D_{2m,n,T,w} = 46,5</math> [dB]</b>	

#### PIANO 5

#### APPARTAMENTO E

<b>Ingresso Soggiorno Cottura</b>	Volume del vano	66,02 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	10,61 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	7,00 m <sup>2</sup>
	<b><math>D_{2m,n,T,w} = 45,2</math> [dB]</b>	

<b>Camera 9</b>	Volume del vano	41,66 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	21,62 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	4,47 m <sup>2</sup>
	<b><math>D_{2m,n,T,w} = 43,5</math> [dB]</b>	

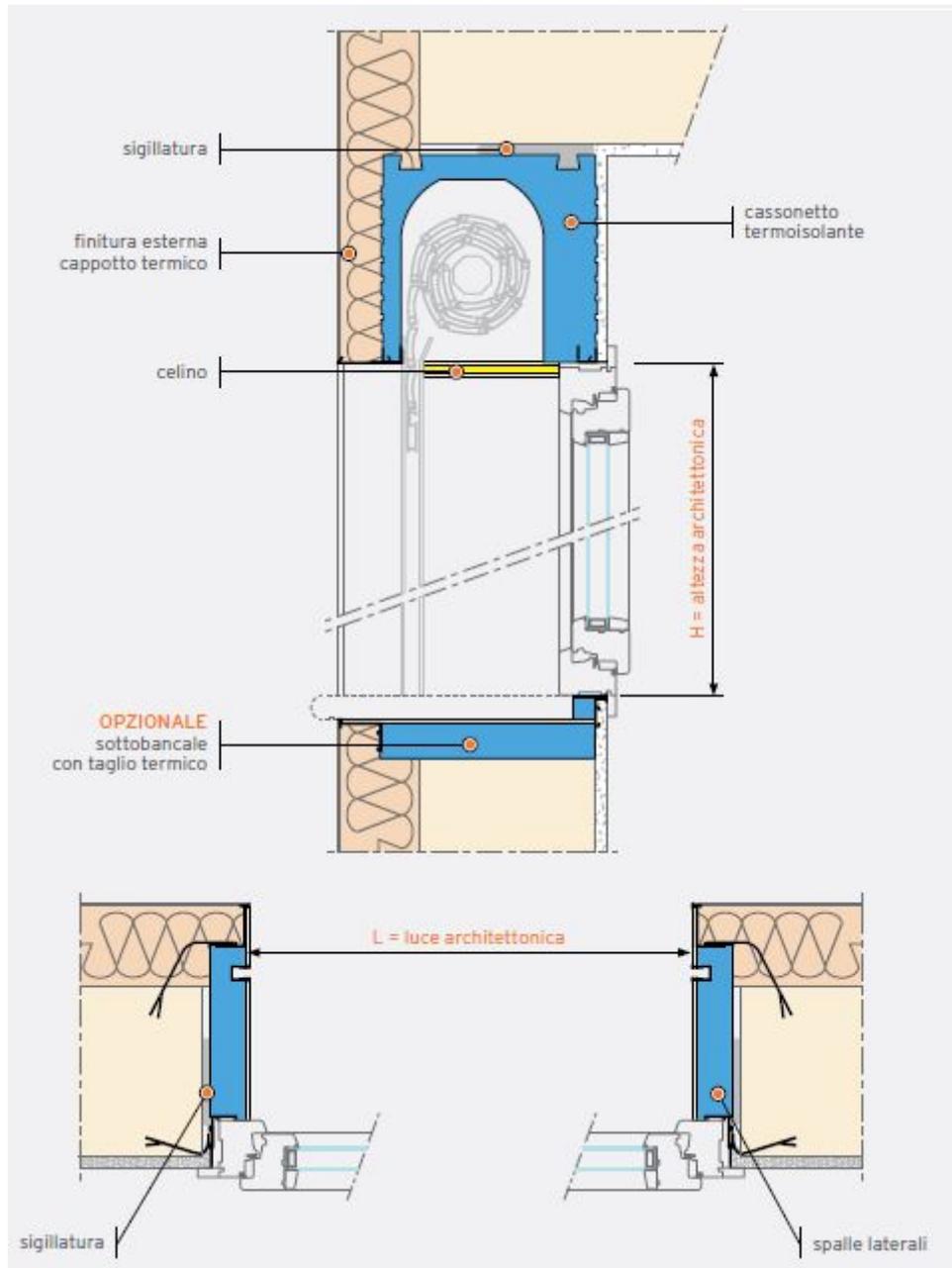
#### UFFICIO F

<b>Ingresso</b>	Volume del vano	80,33 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	9,24 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	7,00 m <sup>2</sup>

	$D_{2m,n,T,w} = 46,2$ [dB]	
<b>Saletta 13</b>	Volume del vano	36,51 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	19,63 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	5,53 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 43,6$ [dB]	
<b>Saletta 14</b>	Volume del vano	26,88 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	8,46 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	2,53 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 44,8$ [dB]	
<b>Saletta 18</b>	Volume del vano	43,09 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	11,45 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	4,08 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 45,0$ [dB]	
<b>APPARTAMENTO B e C</b>		
<b>Ingresso soggiorno cottura</b>	Volume del vano	75,86m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	10,75 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	7,00 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 45,8$ [dB]	
<b>Stanza 6</b>	Volume del vano	35,88 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	10,14 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	2,40 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 45,8$ [dB]	
<b>Stanza 2</b>	Volume del vano	27,52 m <sup>3</sup>
	Superficie esposta esterna	9,10 m <sup>2</sup>
	Superficie vetrata	2,53 m <sup>2</sup>
	$D_{2m,n,T,w} = 44,7$ [dB]	

L'ottenimento di questi risultati è subordinato all'utilizzo di cassonetti insonorizzati di tipo ALPAC R30 H30, o similari, con ispezione vano dall'esterno e privi di connessioni con l'interno delle abitazioni, dotati di prestazione acustica  $R'_{w,c} = 42$  dB certificata.

Inoltre si ponga attenzione all'impiego di vetrocamera con entrambi i vetri stratificati, alla sigillatura dei falsi telai rispetto alle opere murarie ed all'impermeabilità all'aria di battenti e scorrevoli.



**Installazione tipica cassonetto M30 H30 con cappotto esterno.**

#### **4. ISOLAMENTO DAL RUMORE DI CALPESTIO DEI SOLAI**

Le caratteristiche volumetriche degli ambienti di ricezione influenzano il valore di  $L'_{nw}$  solo nel termine di fiancheggiamento K: nel caso specifico, le caratteristiche delle strutture sono tali da fornire un indice medio pari a 2.

Il valore di  $L'_{nw}$  calcolato ed attribuibile in media a tutte le situazioni, da confrontarsi con i valori normativi risulta:

Tra i vari piani delle abitazioni:

$$L'_{nw} = 33,7 \text{ [dB]}$$

Nel calcolo non si è tenuto conto dell'eventuale finitura in parquet dei locali, in quanto si tratta di un elemento di finitura soggetto fino all'ultimo ad eventuale modifica da parte del committente. La finitura in parquet comporta un miglioramento dell'indice del rumore di calpestio compreso indicativamente tra 3 e 5 dB.

Onde evitare una penalizzazione importante dell'isolamento acustico, dove è previsto un rivestimento verticale con zoccolature di ceramica o materiali lapidei (es. bagni, cucine, ecc.), è indispensabile una sua desolidarizzazione dal pavimento con opportuni giunti elastici, normalmente eseguiti in loco con silicone di opportuno colore.

Per ottenere un corretto disaccoppiamento del massetto flottante rispetto ai divisori verticali è necessario disporre lungo il perimetro del locale, nelle aree verticali di possibile contatto del massetto con le pareti, materiale isolante costituito dallo stesso materassino o altro come prescritto dal produttore, in allegato sono presenti i disegni esplicativi per le situazioni presenti nel progetto.

## **5. ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DEI DIVISORI ORIZZONTALI**

Il valore dell'isolamento acustico per via aerea dovuto alla massa del solaio vale invece: tra unità immobiliari:

$$R'_{w,s} = 64,1 \text{ [dB]}$$

Per garantire la massima prestazione acustica anche su questo parametro è opportuno mantenere il corretto disaccoppiamento del massetto rispetto ai divisori verticali come ricordato nel paragrafo precedente ed illustrato nei disegni allegati.

## **6. ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DEI DIVISORI VERTICALI**

Per quanto riguarda l'isolamento acustico per via aerea dei divisori verticali tra unità immobiliari diverse, risulta:

tra unità immobiliari:

$$R'_{w,v} = 62 \text{ dB}$$

valore ottenuto con prova di laboratorio nr. 270295 presso Istituto Giordano, con l'inserimento di scatole elettriche su ambo i lati ma senza intaccare la lastra centrale di separazione.

tra unità immobiliari e scale:

$$R'_{w,v} = 58,6 \text{ dB}$$

Anche queste prestazioni sono subordinate al disaccoppiamento del massetto rispetto ai divisori verticali mediante del materiale elastico che funge da isolante per le vibrazioni.

Durante la messa in opera delle lastre di cartongesso sarà fondamentale il mantenimento della continuità della lastra di separazione centrale: le canalizzazioni elettriche, di ventilazione ed idrauliche di ciascun appartamento devono rimanere contenute nello spessore dedicato all'isolante per ciascun lato.

## **7.MITIGAZIONE DELLA RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI**

### **7.1 Impianto di uso idrosanitario**

I rumori di questo tipo di impianto sono legati ai fenomeni di turbolenza, cavitazione ed al cosiddetto "colpo d'ariete".

La turbolenza è dovuta al fatto che il moto di un fluido in una condotta raramente è laminare: considerate le usuali velocità di flusso nelle tubazioni (dell'ordine di grandezza di 2,5 m/sec) e le caratteristiche fisiche del fluido (l'acqua), le caratteristiche del moto sono tipicamente turbolente (numero di Reynolds superiore a 2200).

Le emissioni acustiche maggiori, e quindi più fastidiose, si hanno in corrispondenza di componenti relativi alle tubazioni come gomiti, ostruzioni ed espansioni, ove si possono realizzare situazioni di intensa turbolenza.

La cavitazione è un fenomeno che si verifica in corrispondenza di una restrizione locale nel cammino del flusso che provoca elevate velocità e basse pressioni. Se la pressione diminuisce al di sotto di un valore critico, si possono formare bolle di vapore che si muovono a valle della restrizione. In questo modo la velocità diminuisce e di conseguenza la pressione aumenta provocando la rottura improvvisa delle bolle con vivaci fluttuazioni della pressione locale.

Il "colpo d'ariete" si verifica quando un flusso stazionario in un sistema di distribuzione di liquido viene improvvisamente interrotto, ad esempio chiudendo una valvola ad azione veloce. Infatti, l'improvvisa interruzione del flusso produce un brusco incremento di pressione nel punto di interruzione, e l'intero sistema di distribuzione viene eccitato e fatto vibrare dal colpo ricevuto. Il fronte d'onda prodotto può riflettersi avanti ed indietro un numero di volte che è funzione delle caratteristiche geometriche del sistema, fino a completa dissipazione dell'energia intrinseca ad esso.

Per la riduzione di questa rumorosità è sufficiente scegliere valvole che limitino lentamente il flusso anche quando vengono azionate rapidamente.

Le lamentele più frequenti connesse agli impianti idrosanitari sono dovute a:

1. Rumore singolo di breve durata (es. risciacquo del WC).
2. Deflusso con rumore continuo (es. scarico della vasca da bagno o del lavandino).

Nelle condotte la rumorosità viene caratterizzata in base alla tratta in cui è generata:

- a. Rumore di caduta, nella zona verticale della condotta.
- b. Rumore d'urto, nei cambiamenti di direzione (soprattutto se bruschi, ad angolo retto).
- c. Rumore di deflusso, nella zona orizzontale della condotta.

Il contenimento della rumorosità passa attraverso alcuni elementari provvedimenti quali:

1. Evitare angoli "secchi", ma prevedere sempre che le tubazioni accompagnino il flusso con curve dolci.
2. Evitare brusche ostruzioni od espansioni, favorendo invece situazioni in cui le variazioni siano graduali e progressive.
3. Scegliere componenti idraulici (rubinetti, valvole, ecc.) efficienti e di qualità superiore.

4. Fasciare le tubazioni con coppelle di lana di ovatta vegetale e laminato smorzante, oppure di ovatta vegetale e laminato, in modo da limitare la trasmissione del rumore dalle tubazioni.
5. Curare con particolare attenzione i passaggi strutturali, evitando ancoraggi rigidi ed utilizzando sempre gli speciali collari in gomma antivibrante per il fissaggio delle tubazioni.



*Esempio di curva "dolce" e di isolamento delle tubazioni rispetto alle strutture*

6. I collari di sostegno delle tubazioni idrauliche devono essere fissati a pareti con caratteristiche strutturali, oppure a telai metallici di sostegno che non devono essere a contatto con le lastre in cartongesso e vincolati ai solai con l'interposizione di idonei piedini di gomma.
7. Le tubazioni idrauliche non devono essere mai a contatto con lastre di cartongesso se non attraverso l'interposizione di un opportuna calza elastica isolante; i collettori principali devono essere inseriti in opportuni cavedi tecnici intasati con lana di roccia interposta tra il tubo e le pareti di cartongesso.

L'altezza finale dell'edificio rende opportuno l'impiego di braghe miscelatrici ai vari piani, utili sia per economizzare sull'impianto che non necessita di ventilazione parallela, ma anche per realizzare un deflusso meno veloce e quindi meno rumoroso degli scarichi.



**Esempio di braga miscelatrice, si osservi l'ancoraggio mediante collare isolato alla solida struttura retrostante in cemento armato.**

Per evitare che la rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici si propaghi a locali di riposo (camere da letto) e soggiorno, gli aspetti di isolamento acustico dell'impiantistica andranno trattati con cura ed approfonditi in fase di appalto delle opere e di realizzazione delle stesse.

## **7.2 Ascensori**

Gli impianti di nuova concezione sono progettati con sistemi a bassa rumorosità e ciò contribuisce ad alleviare considerevolmente il potenziale disturbo arrecato.

E' importante prevedere, ove necessario il disaccoppiamento con l'utilizzo di antivibranti che evitino connessioni rigide che possano costituire ponti acustici.

Infine l'accurata manutenzione dell'impianto da parte di tecnici specializzati garantisce il mantenimento delle caratteristiche nel tempo.

I locali tecnici di ogni tipo verranno opportunamente isolati con soluzioni dimensionate sulla base delle specifiche sorgenti sonore che verranno installate, in modo che i livelli di

pressione sonora negli ambienti adiacenti (lateralmente e verticalmente) ed all'esterno siano compatibili con le prescrizioni normative in materia.

Sarà poi curato l'aspetto di isolamento dalle vibrazioni, introducendo elementi separatori tra le macchine e la pavimentazione: tali elementi avranno spessore e densità variabile in funzione della situazione acustico/vibratoria da risolvere.

### 7.3 Prescrizioni di legge

A maggior chiarimento di quanto sopra, ricordiamo quanto prescritto dal citato decreto:

- Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria: per essi è prescritto che la rumorosità prodotta non deve superare i 35 dB(A) con costante di tempo slow.
- Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di aerazione, riscaldamento e condizionamento: per essi è prescritto un limite di 25 dB(A) con costante di tempo fast.

Questi limiti valgono in pratica per i rumori misurati all'interno degli ambienti abitativi per gli impianti in essi installati, misurati nell'ambiente in cui il livello sonoro è il più alto ma che sia diverso dall'ambiente in cui il rumore viene prodotto.

## 8. CONCLUSIONI

Sulla base dei calcoli esposti in questa relazione, si riportano i risultati ottenuti in merito ai requisiti acustici passivi dell'edificio in oggetto:

<b>RESIDENZIALE</b>	<b>Valori calcolati</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Isolamento facciate situazione più critica.	$D_{2m,nT,w} = 43,7 \text{ dB}$	$D_{2m,nT,w} \geq 40 \text{ dB}$
Indice trasmissione rumori di calpestio tra unità immobiliari	$L'_{n,w} = 33,7 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$
<b>DIREZIONALE</b>	<b>Valori calcolati</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Isolamento facciate situazione più critica.	$D_{2m,nT,w} = 43,6 \text{ dB}$	$D_{2m,nT,w} \geq 42 \text{ dB}$
Indice trasmissione rumori di calpestio tra unità immobiliari	$L'_{n,w} = 33,7 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 55 \text{ dB}$
<b>PARAMETRI COMUNI</b>	<b>Valori calcolati</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Isolamento divisori orizzontali interpiano tra unità immobiliari.	$R'_{w,o} = 64,1 \text{ dB}$	$R'_w \geq 50 \text{ dB}$
Isolamento divisori verticali tra unità immobiliari	$R'_{w,v} = 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 50 \text{ dB}$
Isolamento divisori verticali tra unità immobiliari e scale	$R'_{w,v} = 58,6 \text{ dB}$	$R'_w \geq 50 \text{ dB}$

**I parametri calcolati risultano accettabili rispetto ai requisiti acustici previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997.**

Si richiama l'assoluta necessità di provvedere ad un adeguato isolamento acustico dell'impiantistica idrosanitaria, alle caratteristiche dei serramenti che si consiglia siano dotate di specchiature con vetrocamera dotata di due vetri stratificati, con elementi di chiusura a battente o a scorrevole con meccanismo di incasso ermetico o simile, all'utilizzo di cassonetti fonoisolati, praticamente privi di connessioni con l'interno delle abitazioni.

Si ricorda che il D.P.C.M. 5/12/1997 prevede che i risultati acustici debbano essere conseguiti in opera: i lavori devono quindi avere un'esecuzione particolarmente accurata al fine di evitare di ottenere prestazioni inferiori a quanto calcolato in questa previsione valutativa, a causa di errori nella messa in opera, ad esempio con ponti acustici tra massetto flottante e pareti, discontinuità tra i mattoni delle pareti, scarsa efficacia della sigillatura attorno ai serramenti, discontinuità del materiale isolante; inoltre nessun programma di calcolo previsionale è in grado di valutare gli effetti acustici negativi causati dagli impianti elettrici e idraulici. E' quindi chiaro che a prescindere da una pur buona progettazione iniziale, i risultati finali sono totalmente condizionati dalla qualità di esecuzione della costruzione, con evidente responsabilità principale dell'impresa esecutrice, ed in secondo luogo della direzione lavori, anche per effetto del fatto che non è prevista l'assistenza acustica alla direzione lavori

I calcoli previsionali sono relativi alle soluzioni progettuali prospettate al momento della stesura della presente relazione: la sostituzione di singoli materiali con altri, può penalizzare l'isolamento acustico previsto teoricamente, e andrà rivalutato caso per caso.

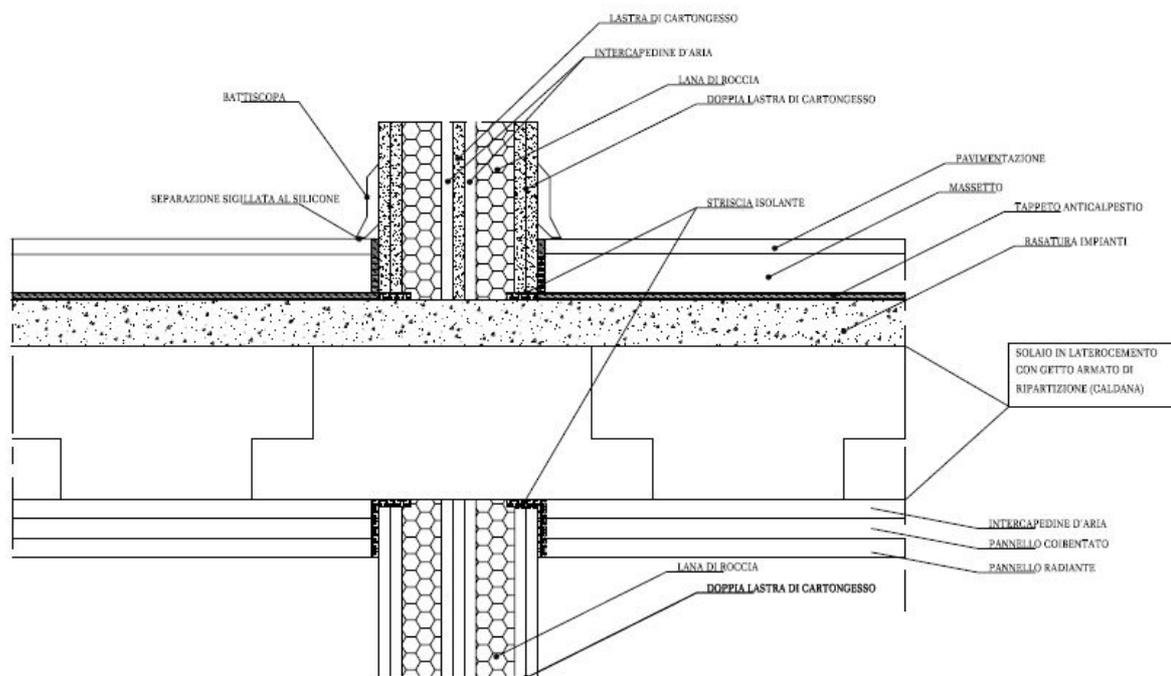


**Dott. Ing. Massimo RUZZANTE**

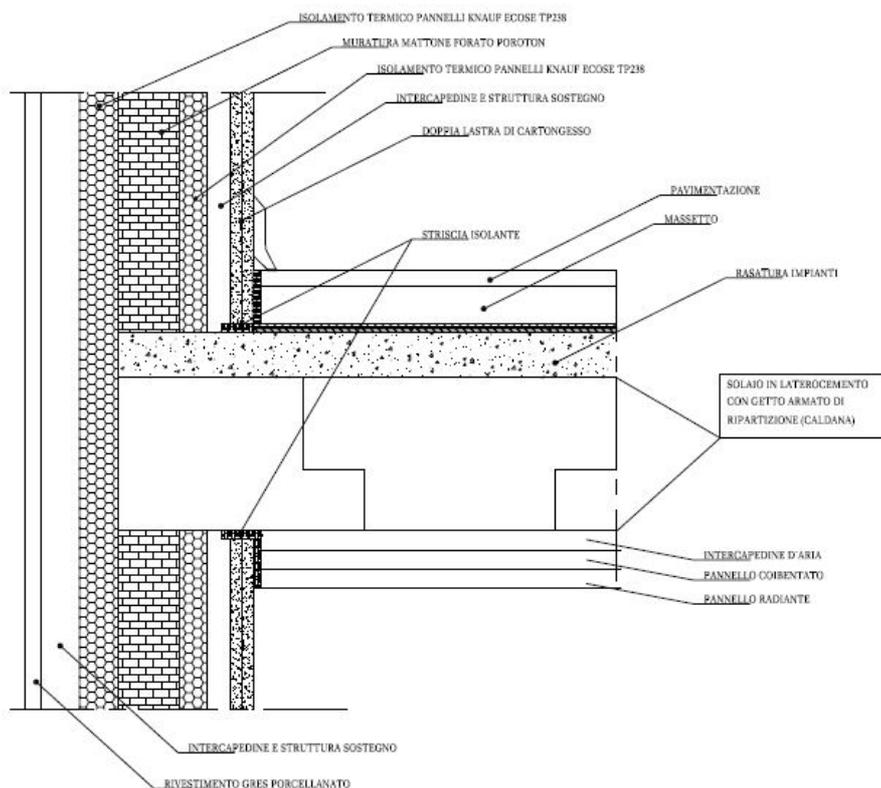
*Nr. 404 Elenco tecnici competenti in acustica Regione Veneto legge 447/95*

# ALLEGATI

## PARETI DIVISORIE TRA UNITA' IMMOBILIARI DIVERSE

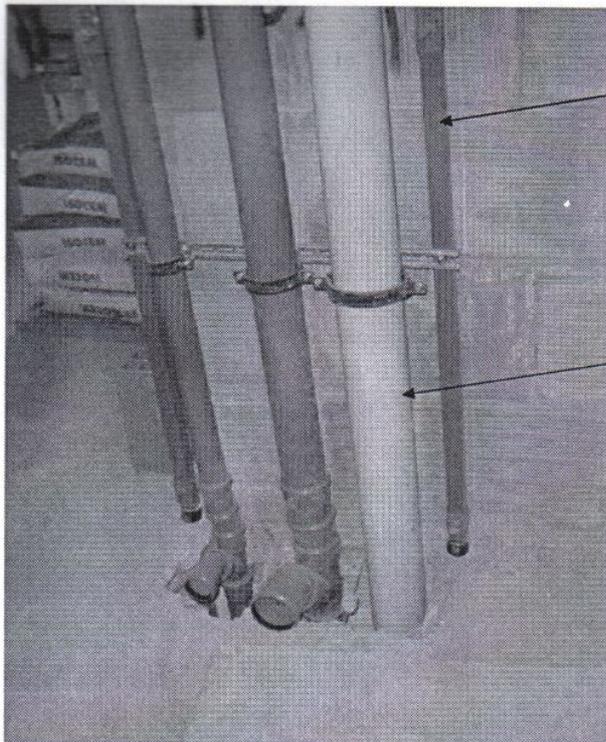


## PARETE ESTERNA E SOLAIO CON PAVIMENTAZIONE PIASTRELLE O PARQUET



**ESEMPIO DI TELAIO DI SOSTEGNO TUBAZIONI IN PRESENZA DI MURI DI MATTONI A BASSA DENSITA' O IN CARTONGESSO.**

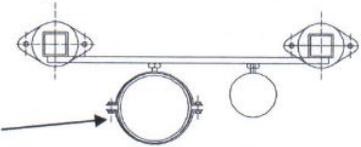
Caso 3



Colonne di scarico in cavedio interno

Telaio

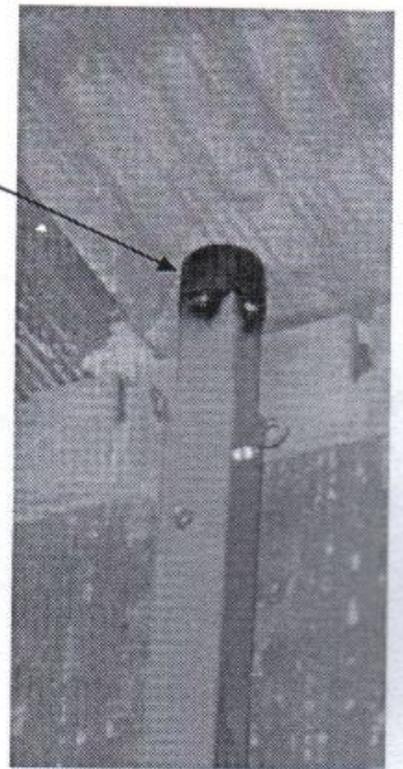
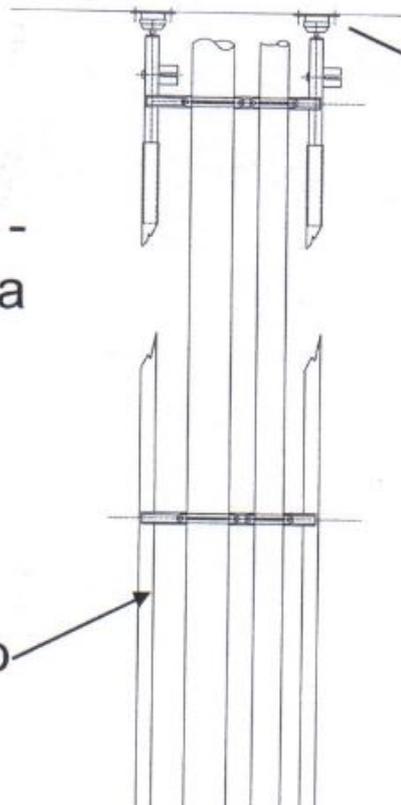
Impianti



Vista in sezione

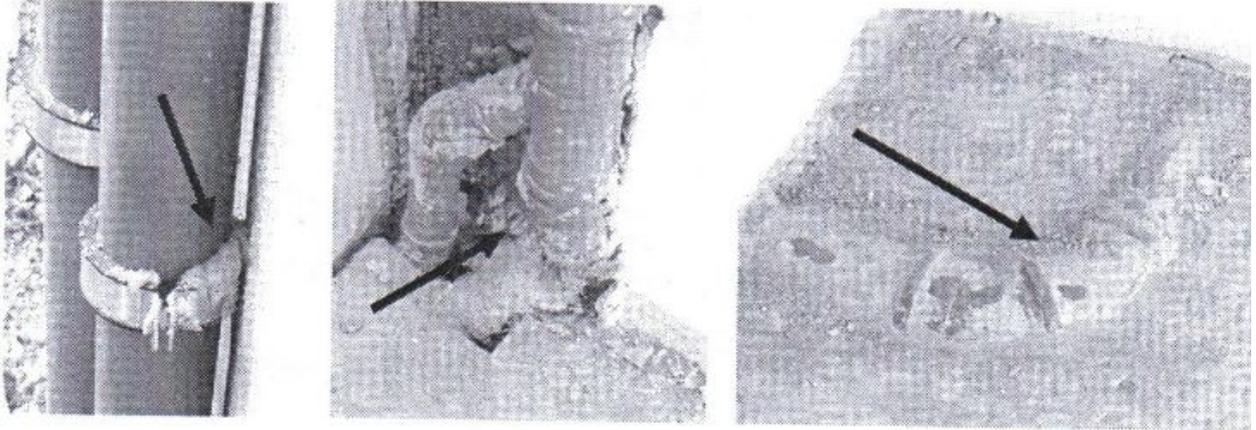
Impianti Idrosanitari -  
sospensione elastica  
delle colonne di  
impianti

Telaio

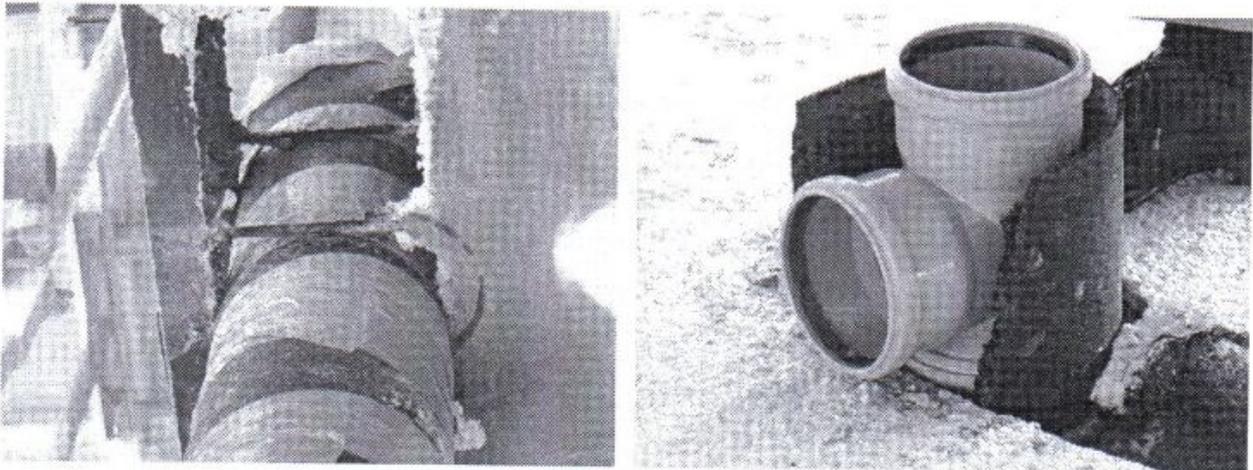


## ESEMPI DI ERRORI DI POSA DELLE TUBAZIONI

### POSA ERRATA



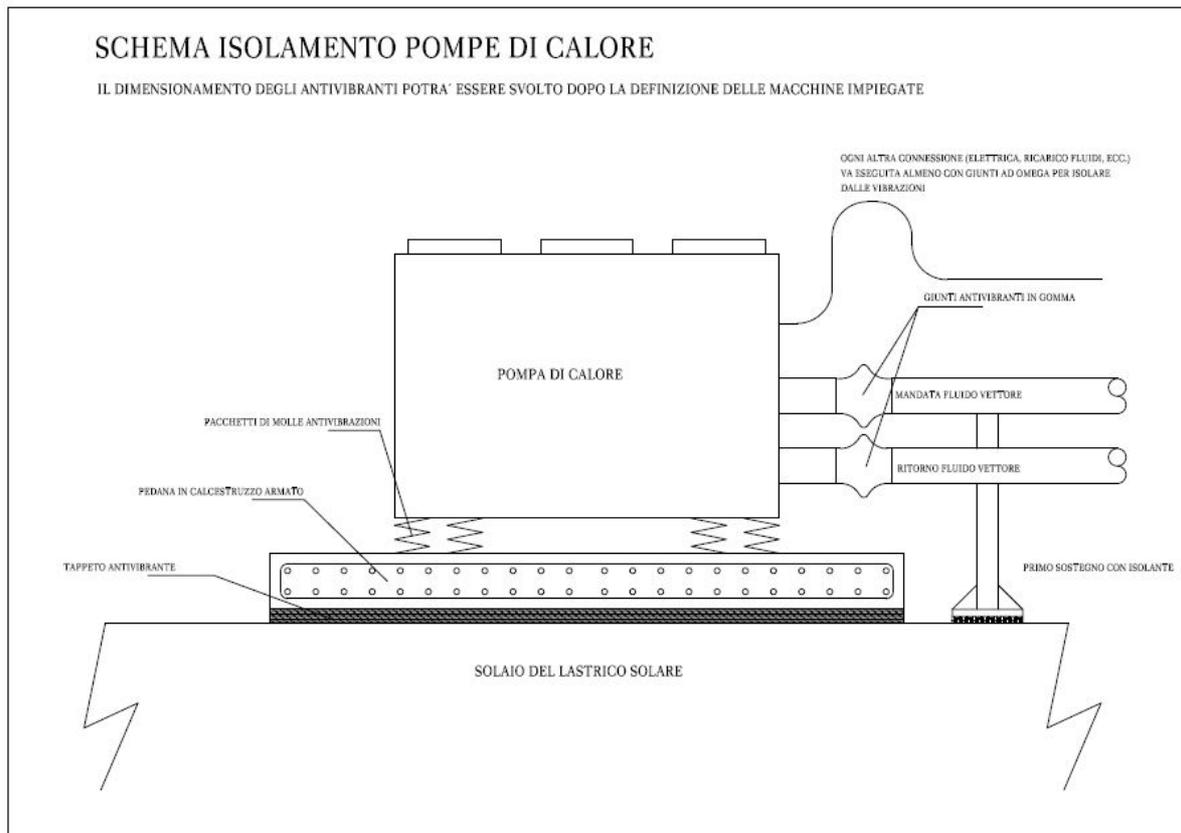
### POSA CORRETTA



**1 Evitare il percolamento di malte che possono realizzare una connessione rigida tra tubo e pareti circostanti con la relativa trasmissione di vibrazioni.**

**2 Evitare il contatto diretto tra tubi e parti strutturali, va sempre interposta una fasciatura elastica con schiume di tipo poliuretano o simili.**

# PRESCRIZIONI PER L'IMPIANTO TERMOFRIGORIFERO



# ESEMPIO SILENZIATORI PER IMPIANTI ESALAZIONE FUMI E VMC

<p>Modello: <b>TUBO PIUMA 80</b> passaggio aria <b>cm<sup>2</sup> 19,6</b></p> <p>lunghezze certificate</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>L = 300 mm</td> <td>Dn,e,w = 47 dB</td> </tr> <tr> <td>L = 400 mm</td> <td>Dn,e,w = 49 dB</td> </tr> </tbody> </table>	L = 300 mm	Dn,e,w = 47 dB	L = 400 mm	Dn,e,w = 49 dB	<p>Qualsiasi lunghezza a richiesta</p> <p>Ø 50 mm Ø 80 mm</p>
L = 300 mm	Dn,e,w = 47 dB				
L = 400 mm	Dn,e,w = 49 dB				
<p>Modello: <b>TUBO PIUMA 100</b> passaggio aria <b>cm<sup>2</sup> 28</b></p> <p>lunghezze certificate</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>L = 300 mm</td> <td>Dn,e,w = 41 dB</td> </tr> <tr> <td>L = 400 mm</td> <td>Dn,e,w = 47 dB</td> </tr> </tbody> </table>	L = 300 mm	Dn,e,w = 41 dB	L = 400 mm	Dn,e,w = 47 dB	<p>Qualsiasi lunghezza a richiesta</p> <p>Ø 70 mm Ø 100 mm</p>
L = 300 mm	Dn,e,w = 41 dB				
L = 400 mm	Dn,e,w = 47 dB				
<p>Modello: <b>TUBO PIUMA 120</b> passaggio aria <b>cm<sup>2</sup> 34</b></p> <p>lunghezze certificate</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>L = 300 mm</td> <td>Dn,e,w = 45 dB</td> </tr> <tr> <td>L = 400 mm</td> <td>Dn,e,w = 50 dB</td> </tr> </tbody> </table>	L = 300 mm	Dn,e,w = 45 dB	L = 400 mm	Dn,e,w = 50 dB	<p>Qualsiasi lunghezza a richiesta</p> <p>Ø 80 mm Ø 125 mm</p>
L = 300 mm	Dn,e,w = 45 dB				
L = 400 mm	Dn,e,w = 50 dB				