

COMUNE DI MONZA

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

AREA PRIORITARIA 1 PIAZZALE VIRGILIO - AREA B2 - I

Valutazione Previsionale
del Clima Acustico

PROPONENTE

RED s.r.l.

via Vittor Pisani 16
20124 Milano

PROGETTO URBANISTICO COORDINAMENTO GENERALE



urb.a.m. SpA
via A. Papa, 30
20149 Milano
T. 02 36581300
F. 02 36581397
urbam@urbam.it

arch. ANDREA DE MAIO

arch. PAOLA BRANDIRALI

DATA PRIMA EMISSIONE

ottobre 2009 / marzo 2010

DATA REVISIONI

rev. a) ottobre 2010

rev. b) dicembre 2010

rev. c) Novembre 2012

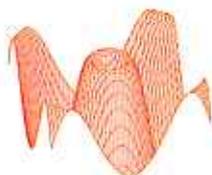
SCALA



CODICE ELABORATO

L

rif
08016



L.C.E. Laboratorio Certificazione Elettronica S.r.l.

Sede Legale, Laboratori e uffici: via dei Platani n. 7/9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961

Tel: 02-57602858 - Fax: 02-57607234 - www.lce.it - info@lce.it

Committente

RED S.r.l.

Corso Magenta, 85 – 20123 Milano

Progetto

Riqualificazione "Area Ex - Colombo"
Piazzale Virgilio 5 - 20052 Monza (MB)



VALUTAZIONE PREVISIONALE DI CLIMA ACUSTICO

Novembre 2012

Relazione Tecnica



Il presente documento è stato elaborato dalla:

L.C.E. srl

di Sergenti Marco & C. - Centro SIT 68/E

Laboratori: via dei Platani n.7/9 - 20090 Opera (MI) Sede legale: P.za Falcone n. 9 - 20090 Opera (MI)

Cod. fisc. e P. IVA n. 03531170961 - Iscriz. Trib. N. 319820

Tel: (+39) 02-57602858 - Fax: (+39) 02-57607234 - <http://www.lce.it> - E-mail: info@lce.it

Ne hanno curato la stesura:

SERGENTI Marco

(Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 556 del 10.02.1998)

Staff:

CANEVARI Mirco, COSTA Claudio, FUMAGALLI Daniele, MACCHI Gabriele, PANI Riccardo.

Rif. SL-12-0086



Sommario

SOMMARIO	3
1.PREMESSA	5
2.DEFINIZIONI TECNICHE	6
3.NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4.CRITERI DI VALUTAZIONE	12
4.1 I LIMITI ASSOLUTI DI ZONA.....	12
4.2 IL DECRETO SUI LIMITI SONORI DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI.....	14
5.INQUADRAMENTO TERRITORIALE	15
5.1 LOCALIZZAZIONE.....	15
5.2 IL PIANO REGOLATORE GENERALE.....	16
5.3 LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO.....	17
6.DESCRIZIONE DEL PROGETTO	19
6.1 STATO DI FATTO.....	19
6.2 IL PROGETTO.....	21
7.INQUADRAMENTO DELLA PROBLEMATICHE DI EMISSIONE	23
7.1 LA SITUAZIONE ATTUALE.....	23
7.1.1 <i>Traffico transitante sulle strade limitrofe</i>	23
7.2 LE MISURE ACUSTICHE.....	25
7.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	25
7.3.1 <i>Catene di misura</i>	25
7.3.2 <i>Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura</i>	26
7.3.3 <i>Calibrazioni</i>	26
7.4 PUNTI DI MISURA.....	27
7.4.1 <i>Posizione dei punti di misura</i>	27
7.5 LA SITUAZIONE FUTURA.....	34
7.5.1 <i>Infrastrutture viarie</i>	34
7.6 LOCALIZZAZIONE DEI RECETTORI SENSIBILI.....	34
8.MODELLISTICA MATEMATICA SUL RUMORE	35
8.1 GRANDEZZE CONSIDERATE AI FINI DELL'ATTENUAZIONE ACUSTICA.....	35
8.2 SPECIFICHE DEL MODELLO MATEMATICO USATO.....	37
8.2.1 <i>Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing)</i>	37
8.2.2 <i>Le tipologie di sorgenti</i>	38
8.2.3 <i>La diffrazione degli ostacoli</i>	39
8.2.4 <i>L'assorbimento di elementi</i>	39
8.2.5 <i>Quote di calcolo delle mappe</i>	40
8.3 RIFERIMENTI NORMATIVI DEL MODELLO UTILIZZATO.....	40
9.ACCURATEZZA DELLE MISURE E DELLE SIMULAZIONI	41
9.1 ACCURATEZZA DELLE MISURE ACUSTICHE.....	41
9.1.1 <i>Incertezza dello strumento</i>	41
9.1.2 <i>Incertezza della parte microfonica</i>	41
9.1.3 <i>Variabilità delle condizioni emissive della sorgente</i>	41
9.1.4 <i>Variabilità delle condizioni atmosferiche</i>	42
9.1.5 <i>Direttività dell'onda acustica incidente</i>	42



9.1.6 Campo sonoro nel punto di misura.....	42
9.1.7 Calcolo delle incertezze associate alle misure.....	42
9.2 ACCURATEZZA DELLE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	43
9.2.1 Tipo di modello e utilizzo dello stesso.....	43
9.2.2 Dati di potenza sonora delle sorgenti.....	43
9.2.3 Dati non considerati nei modelli.....	44
9.2.4 Inserimento dati morfologici.....	44
9.2.5 Riferimenti normativi del modello.....	44
9.2.6 Scelta dei parametri di calcolo.....	45
9.2.7 Calcolo delle incertezze associate alle simulazioni.....	45
9.3 MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA.....	47
9.4 QUALI PARAMETRI MISURARE.....	47
9.5 LA DURATA DELLE MISURE.....	47
9.6 IL LIVELLO DI ACCURATEZZA.....	48
10.PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE.....	49
10.2 PREMessa.....	49
10.3 SITUAZIONE ATTUALE.....	49
10.4 SITUAZIONE FUTURA.....	49
10.4.1 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali.....	50
11.CONCLUSIONI.....	52
12.ALLEGATO 1: RILIEVI FONOMETRICI.....	53
13.ALLEGATO 2: MAPPE DEL RUMORE.....	54



1. Premessa

Nell'ambito delle richieste della Legge quadro in materia d'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95 art. 8, si è provveduto ad eseguire una valutazione del clima acustico dell' "Area Ex - Colombo", sito in Piazzale Virgilio, a Monza (MB) in vista del progetto di riqualificazione dell'intera area.

La relazione tratta l'aggiornamento del clima acustico datato 2009 per cambiamento morfologia progetto.

Per redarre questa nuova relazione si è tenuto conto di quanto eseguito precedentemente e del parere ARPA emesso in data 5/5/2011.



2. Definizioni tecniche

2.1 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.

2.2 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.

2.3 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.

2.4 Rumore

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

2.5 Sorgente sonora

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

2.6 Sorgente specifica

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

2.7 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.



2.8 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.

2.9 Tempo di osservazione (T_o)

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

2.10 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.

2.11 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".

2.12 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".

2.13 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

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

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.

2.14 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine T_L (L_{AeqTL})

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



- a) 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

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

essendo N i tempi di riferimento considerati.

- b) 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:

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

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

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

2.15 Livello sonoro di un singolo evento LAE, (SEL)

E' dato dalla formula

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

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)

2.16 Livello di rumore ambientale (L_A)

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

2.17 Livello di rumore residuo (L_R)

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.



2.18 Livello differenziale di rumore (L_D)

$$L_D = (L_A - L_B) \quad \text{dB(A)}$$

2.19 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.

2.20 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.

2.21 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).

2.22 Livello di rumore corretto (L_C)

E' definito dalla relazione

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



3. Normativa di riferimento

La normativa sulle problematiche di inquinamento acustico è in rapida evoluzione e attualmente possiamo considerare queste le leggi di riferimento.

Legge quadro

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95

Disposizioni Regionali

- Deliberazione n. VII/9776 del 2/7/2002 "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale"
- Deliberazione n. VII/8313 del 8/3/2002 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico"
- Legge Regionale 10 agosto 2001 n. 13 - "Norme in materia di inquinamento acustico"

Limiti massimi di esposizione al rumore

- D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

Valori limite delle sorgenti sonore

- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Impianti a ciclo continuo

- D.P.C.M. 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo"

Luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo

- D.P.C.M. 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante"
- D.P.C.M. 19/12/97 "Proroga dei termini per l'acquisizione delle apparecchiature di controllo e registrazione nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 18 settembre 1997"
- D.P.C.M. 16/4/99 n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"

Rumore aeroportuale

- D.M. 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- D.M. 20/5/99 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"

Rumore da traffico ferroviario

- D.P.C.M. 18/11/98 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"



Requisiti acustici passivi degli edifici

- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Risanamento Acustico

- D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"

Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico

- D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Rumore in ambiente lavorativo

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81: "TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO" Titolo VIII – Capo II. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto Legislativo 10/04/2006, n. 195 "Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici"
- Decreto Legislativo n. 277 "Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizioni ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro"

Tecnico competente in acustica

- D.P.C.M. 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" "

Altre norme

- Codice Civile (art. 844) sull'esercizio di attività rumorose eccedenti il limite della normale tollerabilità
- Codice Penale (art. 659) sul disturbo delle occupazioni e del riposo
- Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (R.D. 18.6.31 n. 773 - art. 66)
- Testo unico delle leggi sanitarie (R.D. 27.7.34 - art. 216)
- Sent. 517 della Corte Costituzionale del dicembre 1991 sulla competenza delle Regioni in materia di "zonizzazione acustica del territorio"
- Sent. n.151/86, 153/86, 210/87 della Corte Costituzionale sulla salvaguardia dell'ambiente



4. Criteri di valutazione

4.1 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

Tabella 1 - 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

Tabella 2 - 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

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



4.2 Il Decreto sui limiti sonori delle infrastrutture stradali

Di recente emanazione abbiamo il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Tipo di strada (codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norme CNR1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo.		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - Autostrada	100 m (fascia A)	100 m (fascia A)	50	40	70	60
	150 m (fascia B)	150 m (fascia B)	50	40	65	55
B - Extraurbana principale	100 m (fascia A)	100 m (fascia A)	50	40	70	60
	150 m (fascia B)	150 m (fascia B)	50	40	65	55
C - Extraurbana secondaria	C a (strade a carreggiate separate)	100 m (fascia A)	50	40	70	60
		150 m (fascia B)	50	40	65	55
	C b (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 m (fascia A)	50	40	70	60
		50 m (fascia B)	50	40	65	55
D - Urbana di scorrimento	D a (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100 m	50	40	70	60
	D b (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100 m	50	40	65	55
E - Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97, e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane così prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della Legge Quadro n. 447 del 26/10/95.			
F - Locale		30				

Tabella 4 - Tabella limiti D.P.R. 30/3/2004



5. Inquadramento territoriale

5.1 Localizzazione

Il Comune di Monza (MB) si trova a circa 23 km a nord est rispetto a Milano. L'area interessata dall'intervento in oggetto si trova in Piazzale Virgilio, angolo Viale Lombardia e Viale Cesare Battisti.



Figura 1 – Localizzazione di Monza



Figura 2 – Localizzazione dell'area di progetto



Figura 3 – Acrofotogrammetrico dell'area in esame



5.2 Il Piano Regolatore Generale

Nell'attuale PGT, l'area in esame è individuata in larga parte come "Zona residenziale di recupero" ed alcune aree più limitate come "Zone verde privato".



Figura 4 – Stralcio del PGT vigente

Stato	MUNICIPIO SGGV									
	Urbano	Industria	Commercio	Albergo	Libera Edilizia	Albergo	Albergo	Albergo	Albergo	Albergo
Esclusa										
Reservata										
Tabacchi										
Albergo										

Figura 5 – Stralcio della legenda del PRG vigente



5.3 La Classificazione Acustica del Territorio

Il Comune di Monza ad oggi non ha ancora adottato il piano di classificazione acustica. In una proposta di piano fruibile nel 2009 l'area era stata inquadrata in Classe IV – Aree di intensità attività umana. Alcune aree prossime alla zona in esame ma non direttamente confinanti con essa ricadevano in Classe III – Aree di tipo misto.

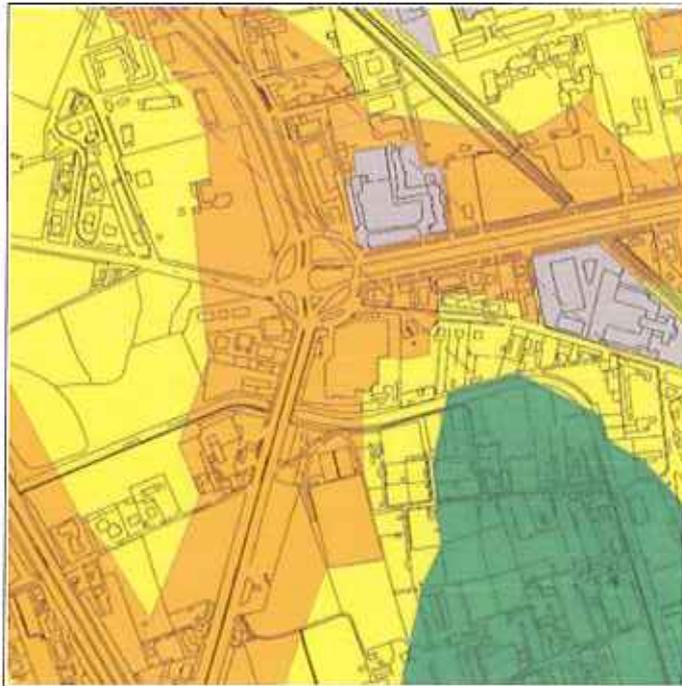


Figura 6 – Stralcio del Piano di Zonizzazione Acustica



Figura 7 – Legenda del Piano di Zonizzazione Acustica

Riportiamo di seguito i limiti di immissione citati:

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Classe IV - Aree di intensità attività umana	65 dBA	55 dBA
Classe III - Aree di tipo misto	60 dBA	50 dBA

Tabella 5 - Limiti massimi di omissione e di immissione per la Classe III e Classe IV (D.P.C.M. 14/11/97)

Ad oggi non è ancora stato adottato il piano di zonizzazione acustica e pertanto rimangono validi i limiti del D.P.C.M. 1/3/91. La zona supporta attività miste e non puramente residenziali. Il limite del D.P.C.M. Più vicino alla situazione in oggetto è il seguente:

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
Tutto il territorio nazionale	70 dBA	60 dBA

Tabella 6 - Limiti massimi per le diverse aree in attesa di zonizzazione (D.P.C.M. 1/3/91)



Inoltre, per quanto riguarda la classificazione delle strade come da ultimo Piano Urbano del Traffico, Viale Lombardia e Viale Cesare Battisti sono identificate come strade urbane di scorrimento a carreggiate separate.

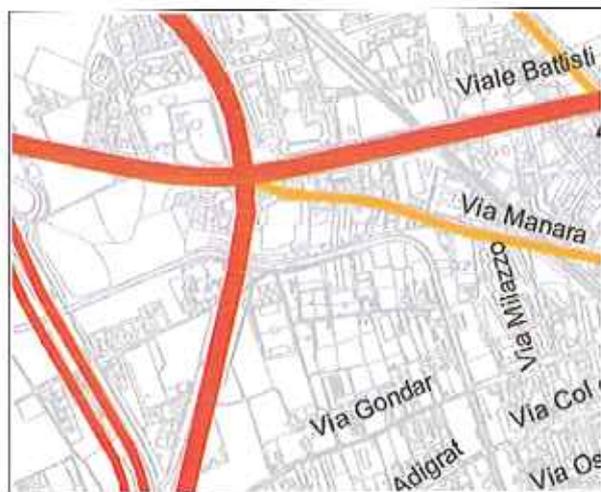


Figura 8 – Stralcio del Piano urbano del traffico

CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLE STRADE

- █ A Autostrade urbane
 - █ AD Strade urbane di scorrimento veloce
 - █ DE Strade urbane interquartiere
 - █ E Strade urbane di quartiere
 - █ EF Strade locali interzonali
- N.B.: Le strade non evidenziate vanno intese di categoria F (Strade locali)

Figura 9 – Legenda del Piano urbano del traffico

Riportiamo l'ampiezza delle fasce di pertinenza delle strade individuate ed i relativi limiti acustici associati:

Tipo di strada (codice della strada)	Sottotipi ai fini acustici (secondo norme CNR1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
D – Urbana di scorrimento	D a (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100 m	50	40	70	60

Tabella 7 – Tabella limiti D.P.R. 30/3/2004



6. Descrizione del progetto

6.1 Stato di fatto

Questo ambito appartiene al sistema delle aree di riqualificazione, al sistema dei parchi urbani ed al sistema dei corsi d'acqua del Comune di Monza. Ad oggi ospita un'industria dismessa. L'area è disposta lungo una delle porte della città, collocata tra la nuova sede della Provincia ed il viale di accesso alla Villa Reale, ed è quindi l'accesso principale al Parco del Villoresi. Necessita di una forte valorizzazione per il fronte di Piazzale Virgilio.



Figura 10 – Aerofotogrammetrico precedente alla demolizione



Figura 11 – Vista dell'area di cantiere



Figura 12 – Vista dell'area di cantiere



Figura 13 – Vista dell'area di cantiere



Figura 14 – Vista dell'area di cantiere



Figura 15 – Vista dell'area di cantiere



Figura 16 – Vista dell'area di cantiere



6.2 Il progetto

Il progetto prevede il recupero di un'area industriale dismessa posta fra Piazzale Virgilio, Viale Lombardia e il canale Villoresi. Il progetto riguarda la realizzazione di un sistema funzionale composto da terziario avanzato, residenziale, servizi primari alla residenza il tutto servito da parcheggi interrati.

Riportiamo di seguito una breve schematizzazione dell'intervento in base alle finalità principali:

- Ambito è quello di aree edificabili e per servizi di interesse urbano.
- L'area, già edificata, interessa un complesso di origine produttiva con presenza di archeologia industriale, fronteggiante il canale Villoresi.
- L'intervento è di ristrutturazione urbanistica con il mantenimento di parte delle strutture principali esistenti e con nuovi edifici a sostituzione di preesistenze inidonee.
- Le destinazioni principali e complementari/compatibili sono quelle residenziali, terziario/direzionale/commerciale ed servizi pubblici e di interesse pubblico locali, urbani e territoriali
- Sono escluse le medie strutture di vendita.
- Sono previsti servizi di interesse pubblico e socio-culturali anche in edificio preesistente.
- Il progetto partecipa alla qualificazione dei percorsi lungo il canale Villoresi e, per il decoro e funzione dei fronti su piazzale Virgilio, al sistema paesistico di viale Battisti, in particolare per le aree comprese nella fascia di vincolo ambientale.

Riportiamo inoltre piante, sezioni e prospetti dell'intervento. Per i dettagli specifici si faccia riferimento agli elaborati di progetto.



Figura 17 – Rendering 3D progetto



Figura 18 – Planimetria dello stato di progetto

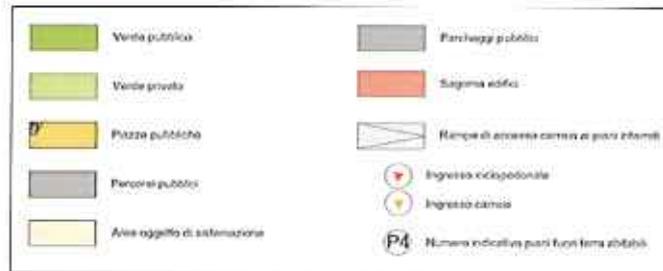


Figura 19 – Legenda destinazione aree

Edificio	H1 [B]
A	9,10 ml
B	12,30 ml
C	12,30 ml
D1	13,20 ml
D2	10,00 ml
E1	5,90 ml
E2	5,90 ml

Figura 20 – Altezze edifici all'intradosso del solaio dell'ultimo piano abitabile



7. Inquadramento della problematica di emissione

7.1 La situazione attuale

Al fine di verificare ciò che è richiesto dalla Delibera Regionale n. VII/8313 del 8/3/2002 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico", ed in particolare una valutazione comparativa tra lo scenario con presenza e quello con assenza delle opere ed attività in oggetto, sono state studiate le sorgenti sonore presenti sul territorio.

7.1.1 Traffico transitante sulle strade limitrofe

Le vie di traffico che caratterizzano il clima acustico di tutta l'area sono Viale Lombardia, Piazzale Virgilio, Viale Cesare Battisti e Via Luciano Manara. Le strade che circondano la zona in esame sono riportate nella figura sottostante.



Figura 21 - Aerofotogrammetrico dell'area in esame con indicazione della viabilità



Nella seguente tabella riportiamo i dati di traffico veicolare medi transitanti sulle strade limitrofe all'area di progetto, ricavati da analisi statistiche, Piano urbano del traffico e da valutazioni effettuate in luogo.

Infrastruttura	Tipo di traffico	Transito diurno		Velocità	
		Veicoli	% veicoli pesanti	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Viale Lombardia	Locale	4030	2,00%	50 km/h	30 km/h
Via Cesare Battisti	Locale	4054	2,00%	50 km/h	30 km/h
Via Luciano Manara	Locale	1306	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Piazzale Virgilio	Locale	4072	2,00%	50 km/h	30 km/h

Tabella 8 - Infrastrutture viarie (ambito diurno 06.00-22.00)

Infrastruttura	Tipo di traffico	Transito notturno		Velocità	
		Veicoli	% veicoli pesanti	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Viale Lombardia	Locale	470	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Via Cesare Battisti	Locale	476	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Via Luciano Manara	Locale	194	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Piazzale Virgilio	Locale	498	<1,00%	50 km/h	30 km/h

Tabella 9 - Infrastruttura viario (ambito notturno 22.00-06.00)



7.2 Le misure acustiche

Per meglio comprendere il clima acustico della zona sono state effettuate delle misure fonometriche di breve e lungo periodo.

7.3 Strumentazione utilizzata

7.3.1 Catene di misura

Per le misure a breve e lungo termine sono stati utilizzati due strumenti prodotti dalla *Svantek mod. 945A e 959*. Si tratta di strumenti in classe 1 secondo le specifiche della EN60651/94 e EN60804/94 richiesti nel D.M. 16/3/98.

Le misure sono state effettuate in data Mercoledì 1 e Giovedì 2 Luglio 2009.



Foto 1 – L'analizzatore in frequenza SVANTEK mod.945A



Foto 2 – L'analizzatore in frequenza SVANTEK mod.959

Il calibratore usato è in classe 1 secondo la CEI 29-4 (IEC942/98).

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 annualmente da un laboratorio del SIT (Servizio di Taratura in Italia).



7.3.2 Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura

La catena di misure utilizzata è tarata annualmente da un laboratorio del SIT (Servizio di Taratura in Italia). Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	SVAN 959	Svantek	12914	26/09/08	23408-A/23409	L.C.E. - Opera
Analizzatore	SVAN 958	Svantek	14688	16/09/08	23326-A	L.C.E. - Opera
Analizzatore	SVAN 959	Svantek	14726	16/10/08	23522-A	L.C.E. - Opera
Calibratore	QC20	Quest	QF2110036	02/12/08	23733-A	L.C.E. - Opera

Tabella 10 – Estremi dei certificati di taratura

7.3.3 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 agli 0.5 dB.

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
Svantek 945A (matr. 12914)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB
Svantek 958 (matr. 14688)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB
Svantek 959 (matr. 14726)	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB

Tabella 11 – Differenza tra le calibrazioni iniziali e finali



7.4 Punti di misura

7.4.1 Posizione dei punti di misura

I punti di misura sono stati individuati presso l'area di futuro intervento lungo le vie principali di traffico e di emissione. Ne riportiamo di seguito la localizzazione.



Figura 22 – Punti di misura

Riportiamo di seguito alcuni schemi riassuntivi dei risultati ottenuti dai rilevamenti di rumore eseguiti; in allegato vengono inserite le schede di calcolo complete.



7.4.1.1 Punto 1 – Via Luciano Manara

Strumentazione:	Svantek 959
Sorgente monitorata:	Traffico Stradale
Distanza dalla sorgente:	6 metri dalla mezzoria di Via Luciano Manara
Data di rilevamento:	Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora inizio rilevamento:	dalle 14:16 di Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora fine rilevamento:	alle 14:36 di Mercoledì 1 Luglio 2009



Foto 3 – Vista del punto di misura



Foto 4 – Vista del punto di misura

Periodo misura	Leq (A)
Mercoledì 1 Luglio 2009 (14:16 – 14:36)	71.6 dBA

Tabella 12 - Risultati mediati logaritmicamente e arrotondati a 0.5 dBA



7.4.1.2 Punto 2 – Lungo il percorso ciclo pedonale che scorre lungo il lato dell'area Ex- Colombo retrostante a piazzale Virgilio e con ingresso da Viale Lombardia

Strumentazione:	<i>Svantek 959</i>
Sorgente monitorata:	<i>Rumore ambientale</i>
Distanza dalla sorgente:	-
Data di rilevamento:	<i>Mercoledì 1 Luglio 2009</i>
Ora inizio rilevamento:	<i>dallo 14:43 di Mercoledì 1 Luglio 2009</i>
Ora fine rilevamento:	<i>alle 15:03 di Mercoledì 1 Luglio 2009</i>



Foto 5 – Vista del punto di misura



Foto 6 – Vista del punto di misura

<i>Periodo misura</i>	<i>Leq (A)</i>
<i>Mercoledì 1 Luglio 2009 (14:43 – 15:03)</i>	<i>53.5 dBA</i>

Tabella 13 - Risultati mediati logaritmicamente e arrotondati a 0.5 dBA



7.4.1.3 Punto 3 – Via Cesare Battisti

Strumentazione:	Svantek 959
Sorgente monitorata:	Traffico Stradale
Distanza dalla sorgente:	13 metri dalla mezzera della corsia verso Est
Data di rilevamento:	Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora inizio rilevamento:	dallo 15:08 di Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora fine rilevamento:	alle 15:28 di Mercoledì 1 Luglio 2009



Foto 7 – Vista del punto di misura



Foto 8 – Vista del punto di misura

Periodo misura	Leq (A)
Mercoledì 1 Luglio 2009 (15:08 –15:28)	68.6 dBA

Tabella 14 - Risultati mediati logaritmicamento e arrotondati a 0.5 dBA



7.4.1.4 Punto A – Viale Lombardia

Strumentazione:	Svantek 958
Sorgente monitorata:	Traffico Stradale
Data di rilevamento:	Mercoledì 1 Luglio 2009
Distanza dalla sorgente:	15 metri dalla mozzarella di Viale Lombardia
Ora inizio rilevamento:	dalle 11:30 di Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora fine rilevamento:	alle 11:30 di Giovedì 2 Luglio 2009



Foto 9 – Vista del punto di misura



Foto 10 – Vista del punto di misura

DATA	LEQ(A) DIURNO	LEQ(A) NOTTURNO
Mercoledì 1 Luglio 2009	61.6 dBA	
		56.4 dBA
Giovedì 2 Luglio 2009	61.8 dBA	

Tabella 15 – Risultati della misura acustica al lungo termine (24 ore)

Leq(A) diurno (06.00-22.00)	Leq(A) notturno (22.00-06.00)
61.5 dBA	56.5 dBA

Tabella 16 - Risultati mediati logicamente e arrotondati a 0.5 dBA



7.4.1.5 Punto B – Piazzale Virgilio

Strumentazione:	Svantok 959
Sorgente monitorata:	Traffico Stradale
Data di rilevamento:	Mercoledì 1 Luglio 2009
Distanza dalla sorgente:	68 metri dal centro di Piazzale Virgilio
Ora inizio rilevamento:	dalle 11:45 di Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora fine rilevamento:	alle 11:45 di Giovedì 2 Luglio 2009



Foto 11 – Vista del punto di misura



Foto 12 – Vista del punto di misura

DATA	Leq(A) DIURNO	Leq(A) NOTTURNO
Mercoledì 1 Luglio 2009	61.8 dBA	
		54.9 dBA
Giovedì 2 Luglio 2009	61.2 dBA	

Leq(A) diurno (06.00-22.00)	Leq(A) notturno (22.00-06.00)
61.5 dBA	55.0 dBA

Tabella 17 - Risultati mediati logaritmicamente e arrotondati a 0.5 dBA



Da segnalare che in ambito diurno, sono avvertibili rumori non dipendenti dalla situazione emissiva ordinaria della zona in quanto è già presente una limitata attività di cantiere.



Foto 13 – Cantiere nell'area in esame

Emissioni di questo tipo sono presenti solo per periodi limitati e quindi non rientrano nell'ambito del clima acustico ordinario; per questo motivo in fase di modellizzazione non ne terremo conto.

Tuttavia nelle misure a lungo termine appena illustrate è inclusa anche l'emissione del cantiere; mediante un apposito mascheramento delle parti misura da esso fortemente influenzate, durante la modellizzazione è stato possibile estrarre il livello di pressione sonora effettivo.

Il Punto A di lungo termine è stato effettuato a sud/ovest dell'area in esame installando la centralina all'interno di un locale in corrispondenza di un ingresso a vetrata privo del vetro stesso e quindi con apertura libera verso Viale Lombardia. La medesima situazione è stata ricreata all'interno del modello di calcolo per potere procedere ad una taratura corretta.

Anche il Punto B di lungo termine è stato effettuato in corrispondenza di un'apertura del muro di cinta verso Piazzale Virgilio, ulteriore situazione ricostruita nel modello.



7.5 La situazione futura

Per l'analisi del clima acustico futuro è necessario individuare le fonti di rumore indotte dalla presenza dello stabile di progetto; nelle infrastrutture viarie è individuabile nell'incremento di traffico dovuto alla presenza di movimenti per l'accesso alla nuova struttura residenziale.

7.5.1 Infrastrutture viarie

Considerando l'ampiezza degli edifici è possibile valutare un accesso di veicoli giornaliero massimo pari a 230 unità.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i dati del traffico transitante nelle vie principali individuate per la definizione del clima acustico delle zona in esame con gli incrementi dovuti all'accesso relativo alla nuova struttura.

Infrastruttura	Transito diurno		Velocità	
	Veicoli	% veicoli pesanti	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Viale Lombardia	4330	2,00%	50 km/h	30 km/h
Via Cesare Battisti	4350	2,00%	50 km/h	30 km/h
Via Luciano Manara	1494	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Piazzale Virgilio	4358	2,00%	50 km/h	30 km/h

Tabella 18 - Infrastrutture viarie (ambito diurno 06.00-22.00)

Infrastruttura	Transito notturno		Velocità	
	Veicoli	% veicoli pesanti	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Viale Lombardia	630	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Via Cosaro Battisti	640	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Via Luciano Manara	236	<1,00%	50 km/h	30 km/h
Piazzale Virgilio	672	<1,00%	50 km/h	30 km/h

Tabella 19 - Infrastrutture viarie (ambito notturno 22.00-06.00)

7.6 Localizzazione dei recettori sensibili

I ricettori sensibili verranno individuati in posizioni particolarmente esposte dei nuovi edifici per valutare l'idoneità del clima acustico.



8. Modellistica matematica sul rumore

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

8.1 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

$$L_{wd} = L_w + D_c$$

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).

$$D_c = D_i + D_\Omega$$

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:

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

$$L_p = L_{wd} + A$$

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:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rif} + A_{dif} + A_{misc}$$

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_{rif} 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.



8.2 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 agg. 2006 prodotto dalla Braunstein + Bernt GmbH.

È 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.

8.2.1 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.

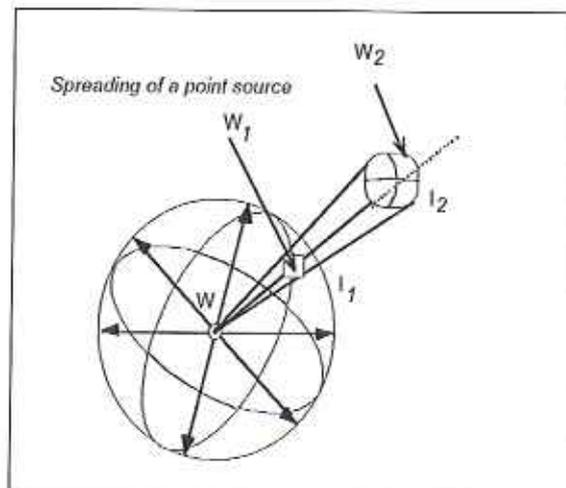


Figura 23 – Emissione dei raggi di tracciamento

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



8.2.2 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 viarie 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.

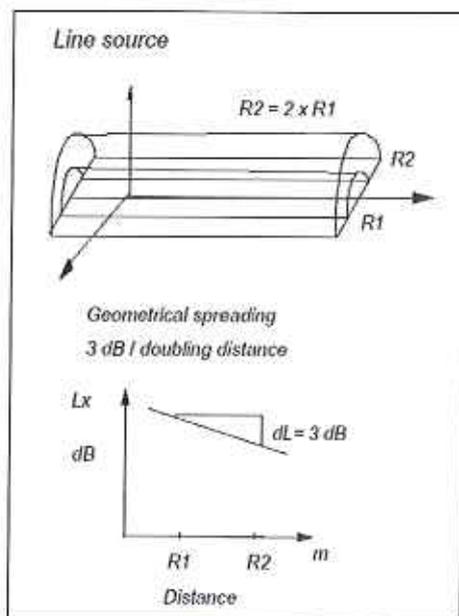


Figura 24 – Emissione di una sorgente lineiforme

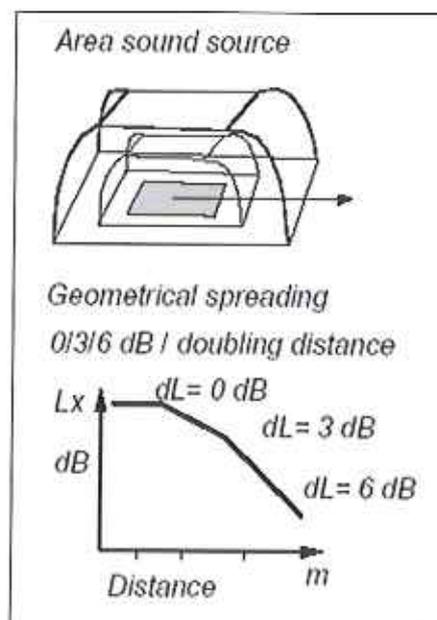


Figura 25 – Emissione di una sorgente areale



8.2.3 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.

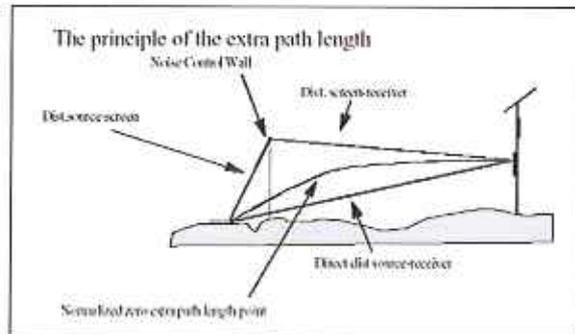


Figura 26 – Diffrazioni verticali

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.

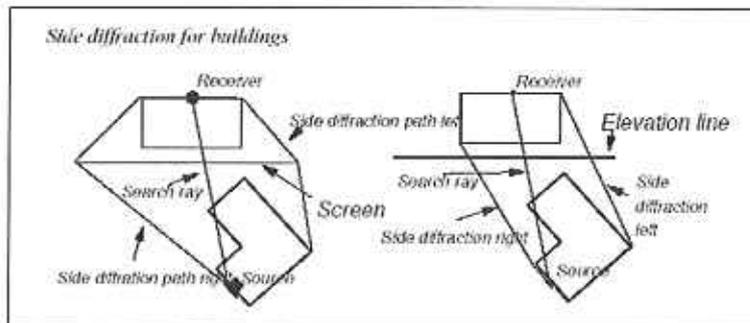


Figura 27 – Diffrazioni laterali

8.2.4 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.

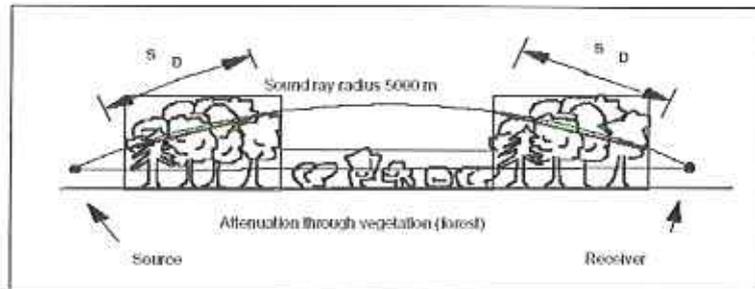


Figura 28 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

8.2.5 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.

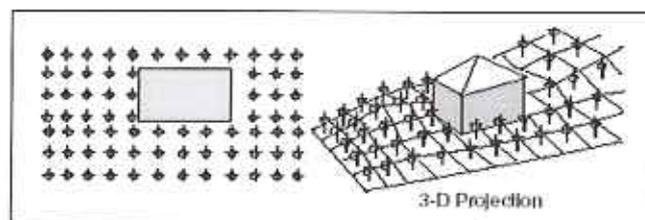


Figura 29 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

8.3 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 immersion of railroads"

VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"



9. Accuratezza delle misure e delle simulazioni

9.1 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.*

9.1.1 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).

9.1.2 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).

9.1.3 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.



9.1.4 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).

9.1.5 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.

9.1.6 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.

9.1.7 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 ,

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{X_1=x_1 \dots X_N=x_N}$$

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

$$u(m) = 1,64 \text{ dBA}$$

9.2 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.*

9.2.1 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.

9.2.2 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 cilindrate rispetto al nostro paese.



9.2.3 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.

9.2.4 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.

9.2.5 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 fundamentalmente 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>	70.0		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

Tabella 20 – 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) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$5 < h < 30$	$\pm 1 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$

Tabella 21 – Accuratezza delle misure in relazione all'altezza del ricevitore

9.2.6 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.

9.2.7 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 da 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).

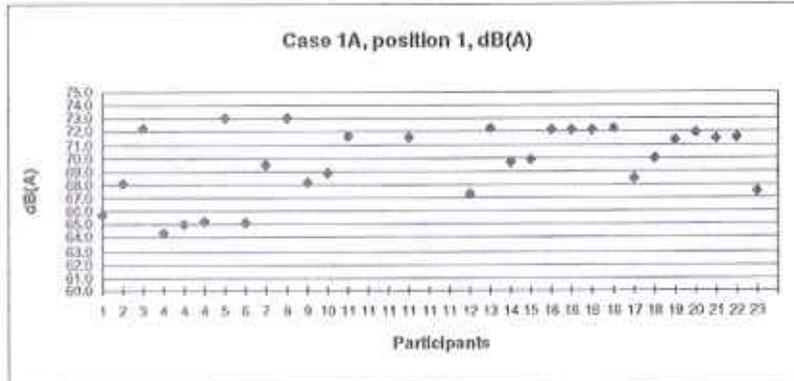


Fig. 17: $L_{med} = 69.7 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 8.7 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.66$

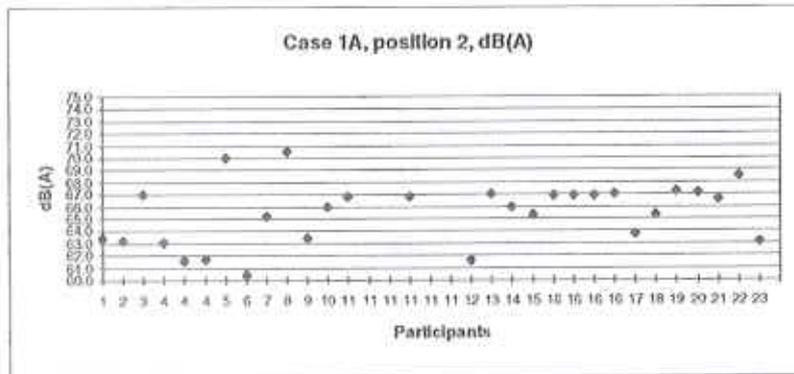


Fig. 18: $L_{med} = 65.5 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.1 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.47$

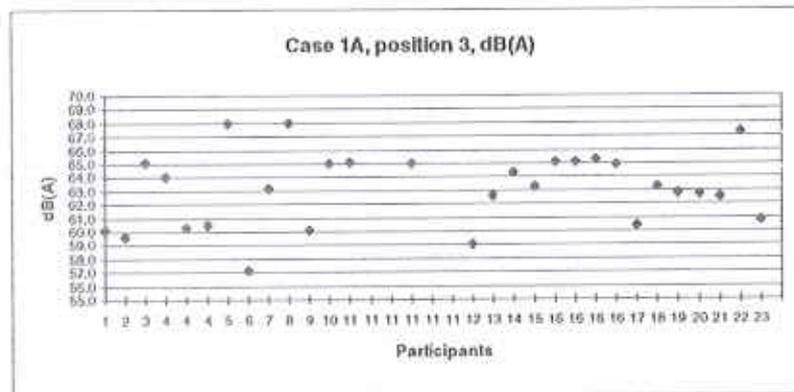


Fig. 19: $L_{med} = 63.1 \text{ dB(A)}$ $L_{max} - L_{min} = 10.9 \text{ dB(A)}$ $Std.Dev. = 2.69$

Figura 30 – Grafici: incertezze associate a tre posizioni di simulazione



9.3 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.

9.4 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.

9.5 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.



9.6 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 SIT) 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).



10. Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

10.2 Premessa

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio abbiamo considerato sia il periodo diurno che il periodo notturno.

I valori riportati nelle seguenti tavole sono stimati a 1.5 metri di altezza, vincolo previsto dal DM 16/3/98.

10.3 Situazione attuale

Lo scenario attuale mostra la situazione allo stato presente:

In Allegato:

Map.01) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

Map.02) Situazione Attuale a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)

10.4 Situazione futura

Lo scenario futuro mostra la presenza dei nuovi edifici ed include anche l'incremento di traffico dovuto all'utenza degli stessi:

In Allegato:

Map.03) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito diurno (06.00-22.00)

Map.04) Situazione Futura a 1.5 metri - Rumore ambientale in ambito notturno (22.00-06.00)



10.4.1 Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali

Per meglio comprendere l'entità dei livelli di pressione sonora ricevuti presso i nuovi edifici, sono stati fissati dei ricettori sulle facciate più esposte del nuovo complesso residenziale:

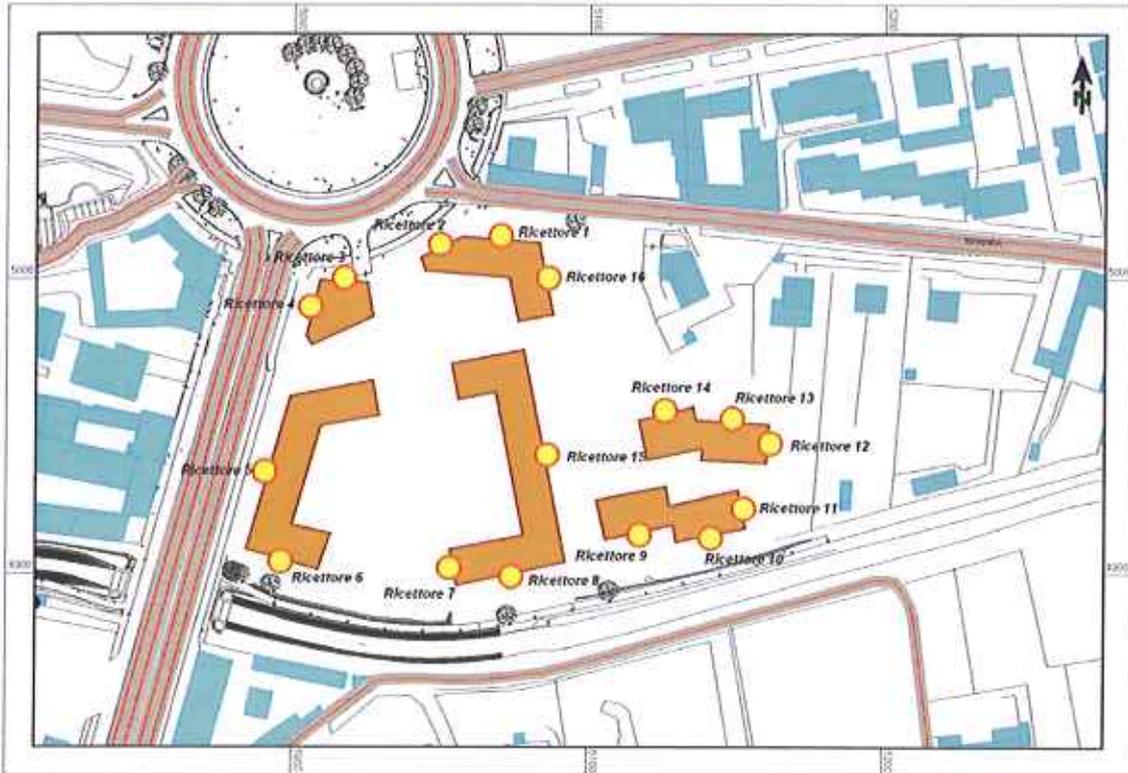


Figura 31 – Punti Ricettori sensibili



RICETTORI	PIANO	ALTEZZA (M)	LIVELLO dB(A)	
			DIURNO	NOTTURNO
RICETTORE 1	PT	1,5	63,7	57,5
	P1	4,5	64,8	58,6
	P2	7,5	65,3	58,9
	P3	10,5	65,3	58,9
RICETTORE 2	PT	1,5	63,6	56,9
	P1	4,5	65,4	58,7
	P2	7,5	65,8	59,1
RICETTORE 3	PT	1,5	63,9	57,2
	P1	4,5	65,8	59,1
	P2	7,5	66,1	59,4
RICETTORE 4	PT	1,5	63,7	58
	P1	4,5	65	59,3
	P2	7,5	65,4	59,5
RICETTORE 5	PT	1,5	64,5	58,1
	P1	4,5	64,7	59,3
	P2	7,5	64,9	59,5
	P3	10,5	64,8	59,4
RICETTORE 6	PT	1,5	57,4	52,1
	P1	4,5	59,1	53,8
	P2	7,5	59,9	54,6
	P3	10,5	60,1	54,8
RICETTORE 7	PT	1,5	51,2	45,6
	P1	4,5	51,7	46,1
	P2	7,5	51,5	45,8
	P3	10,5	51,9	46,1
RICETTORE 8	PT	1,5	46,7	41,2
	P1	4,5	47,3	41,8
	P2	7,5	46,2	40,5
	P3	10,5	45,9	40,2
RICETTORE 9	PT	1,5	43,4	37,6
	P1	4,5	44,1	38,3
RICETTORE 10	PT	1,5	43,5	37,5
	P1	4,5	44,2	38,2
RICETTORE 11	PT	1,5	44,4	38,7
	P1	4,5	45,8	40,1
RICETTORE 12	PT	1,5	47,3	41,7
	P1	4,5	48,2	42,6
RICETTORE 13	PT	1,5	51,7	45,9
	P1	4,5	52,7	46,8
RICETTORE 14	PT	1,5	53,1	47,1
	P1	4,5	53,8	47,9
RICETTORE 15	PT	1,5	48,6	42,9
	P1	4,5	49,5	43,7
	P2	7,5	49,7	43,9
	P3	10,5	49,7	44
RICETTORE 16	PT	1,5	56,6	50,8
	P1	4,5	58,4	52,6
	P2	7,5	58,9	53,1
	P3	10,5	59	53,2

Tabella 22 – Valori previsti in facciata – Scenario futuro



11. Conclusioni

Dall'osservazione dei dati ottenuti dalla modellizzazione e dalle misure eseguite, è possibile osservare la distribuzione dei livelli sonori nell'area di interesse progettuale.

In ambito futuro si prevedono livelli di pressione sonora in facciata complessivamente rispettanti la Fascia A di pertinenza di Viale Lombardia e Viale Cesare Battisti. Viene inoltre rispettata la Classe III imposta dalla zonizzazione acustica nella parte sud/est dell'area.

E' comunque sempre auspicabile porre attenzione alle fasi progettazione e posa dei requisiti acustici passivi dimensionando opportunamente i tamponamenti esterni e prevedendo infissi con alti valori di isolamento acustico.

Sergenti Marco





12. Allegato 1: Rilievi Fonometrici

Si riportano nell'allegato seguente tutte le schede degli elaborati di ogni rilievo fonometrico effettuato relative sia alle misure di breve termine che di lungo termine.



13. Allegato 2: Mappe del Rumore

Riportiamo di seguito le mappe del rumore elaborate.

Punto A

Descrizione:

La misura è stata effettuata lungo Viale Lombardia posizionando la centralina in un locale destinato a demolizione privo di vetrata o rivolto verso la strada da monitorare.

Strumentazione:

Svantek 958

Sorgente monitorata:

Traffico stradale

Distanza dalla sorgente:

15,00 metri dalla mezzeria di Viale Lombardia

Data di misura:

Mercoledì 1 Luglio 2009

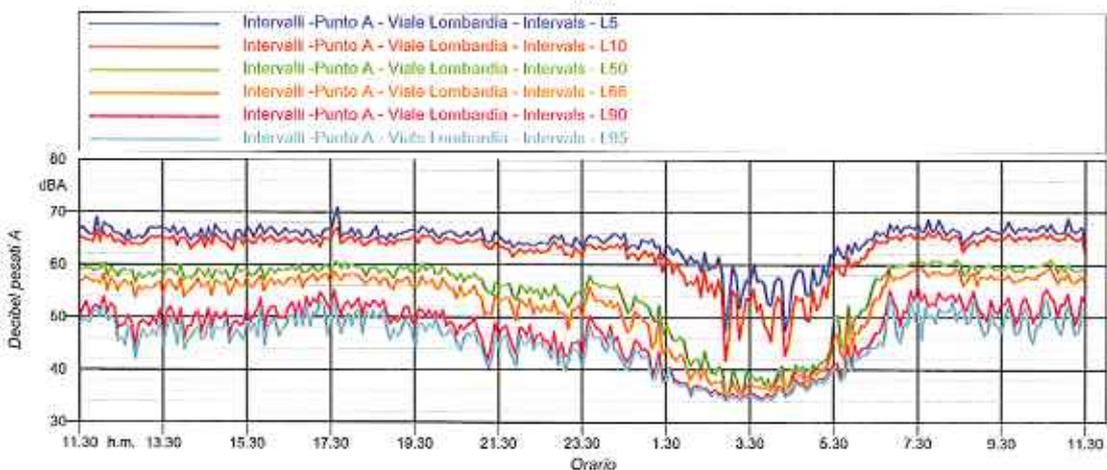
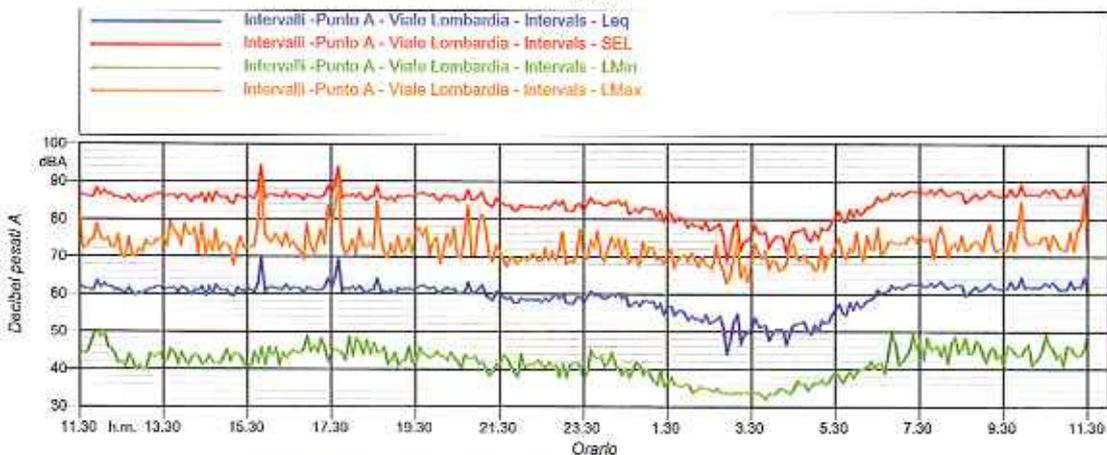
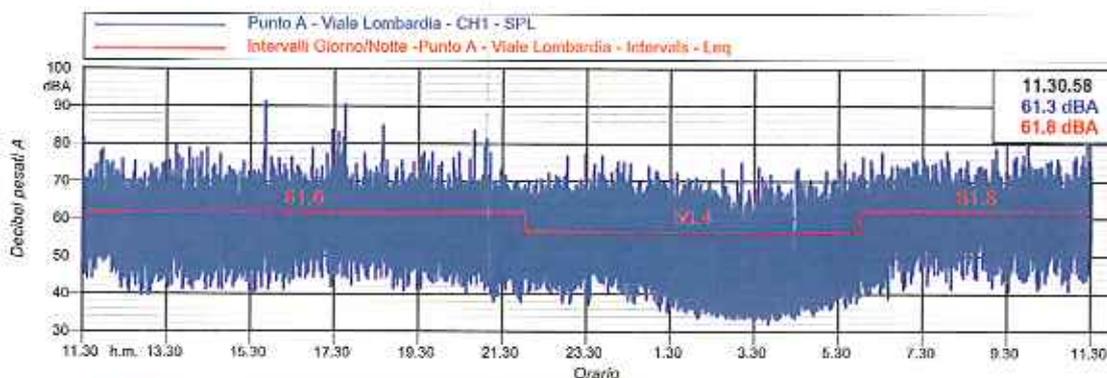
Ora inizio misura:

dalle 11:30 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora termine misura:

alle 11:30 di Giovedì 2 Luglio 2009

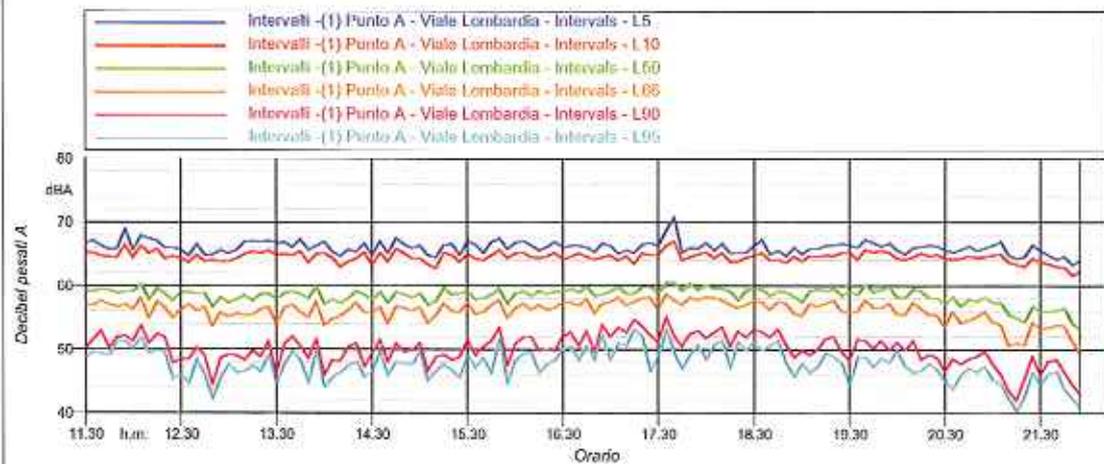
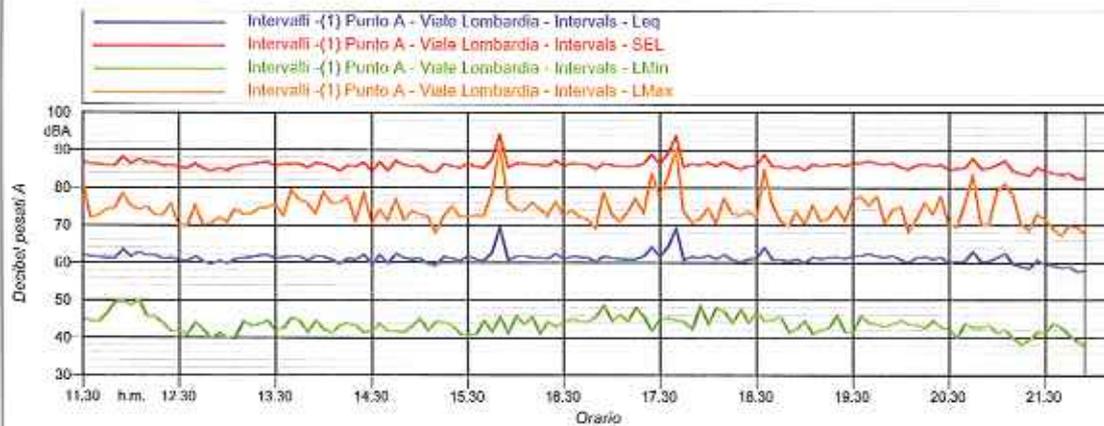
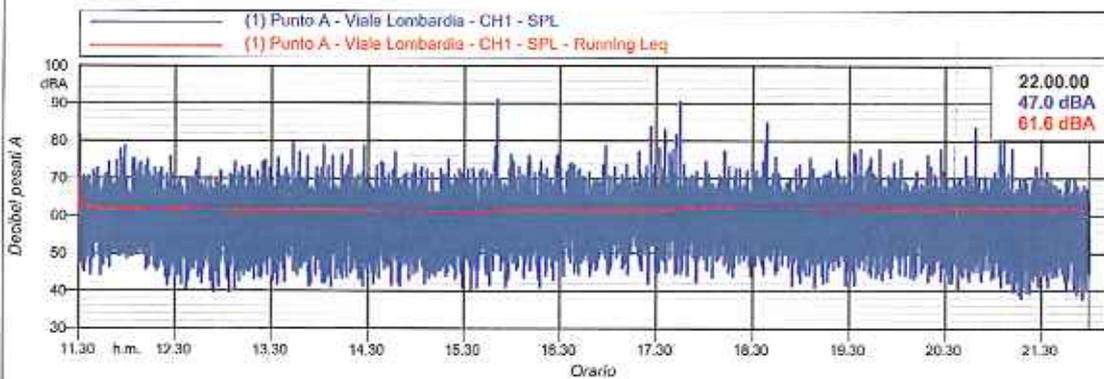
Vista del punto di misura



Punto A (1ª divisione diurna)

Data di misura
Ora di inizio:
Ora di termine:

Mercoledì 1 Luglio 2009
dalle 11:30 di Mercoledì 1 Luglio 2009
alle 22:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009

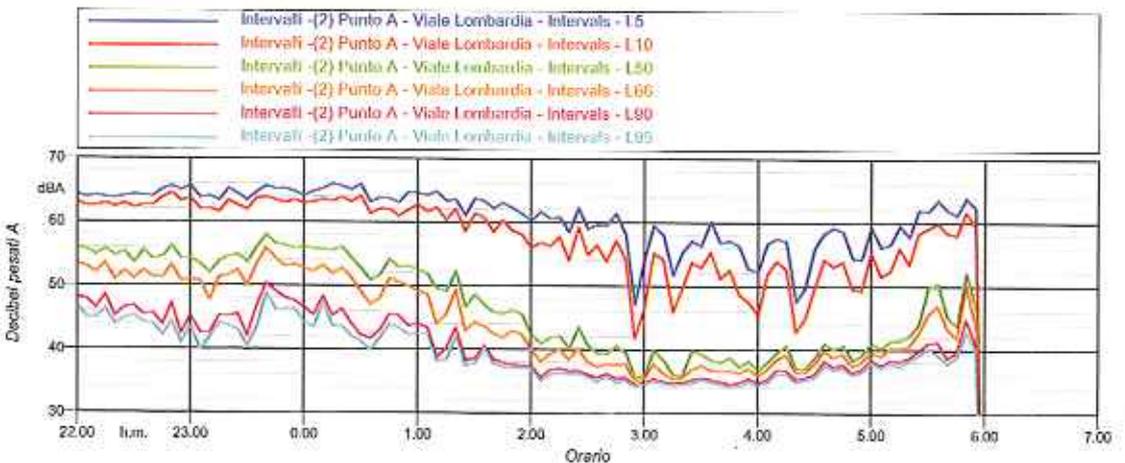
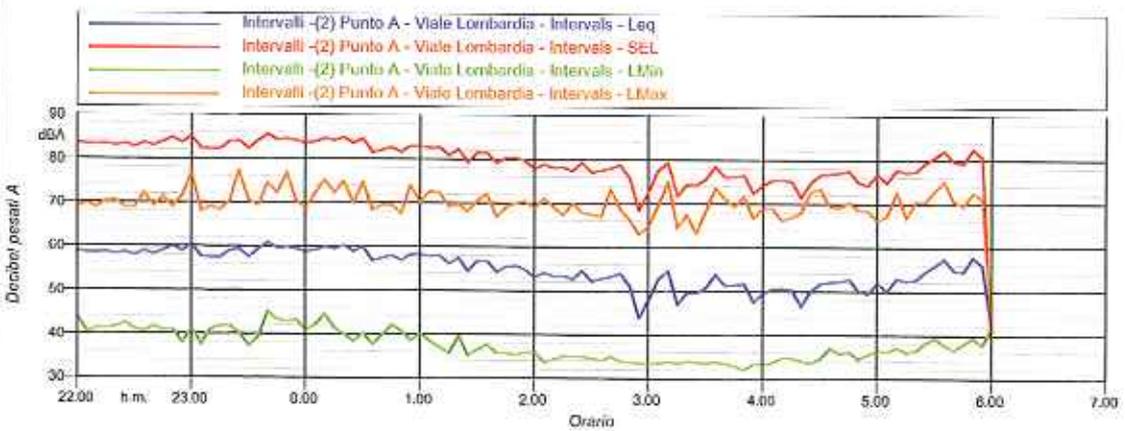
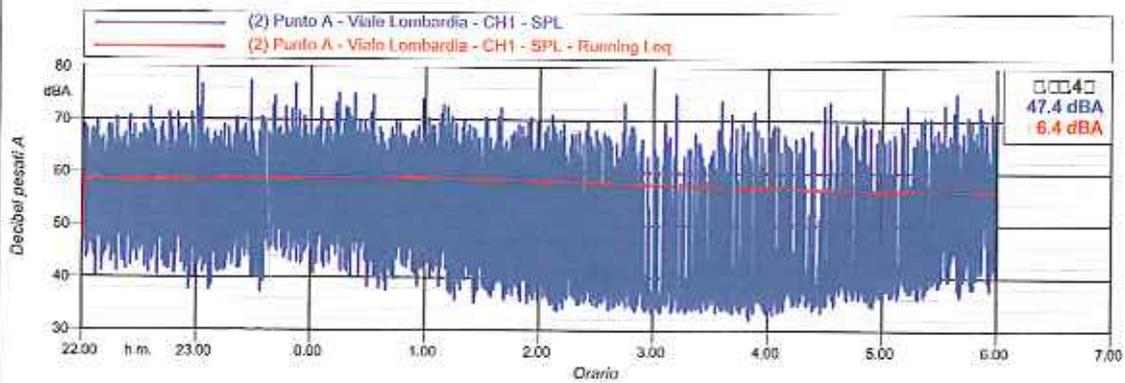


Punto A

(1° divisione notturna)

Data di misura
Ora di inizio:
Ora di termine:

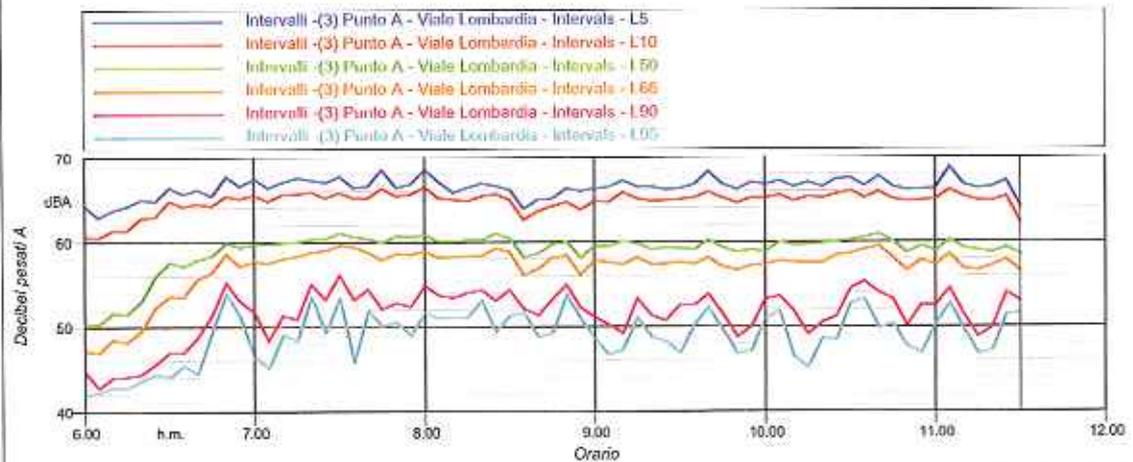
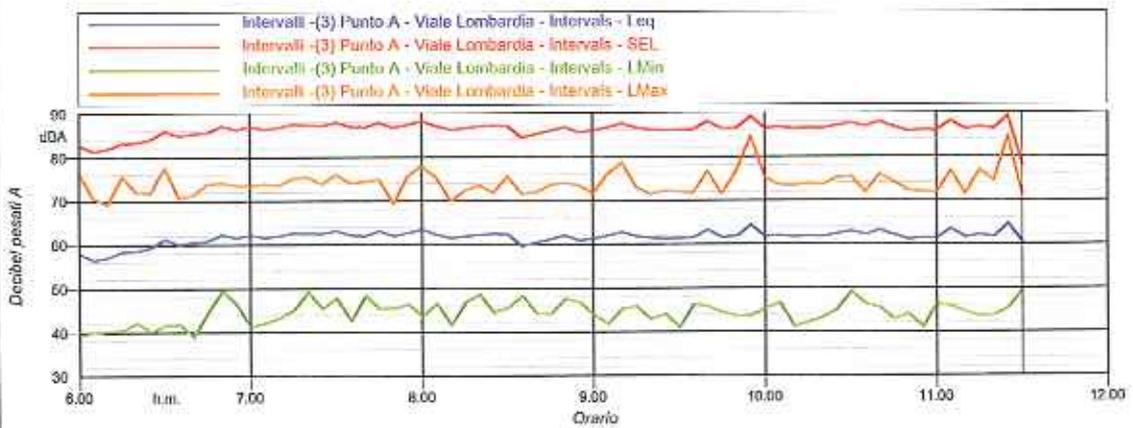
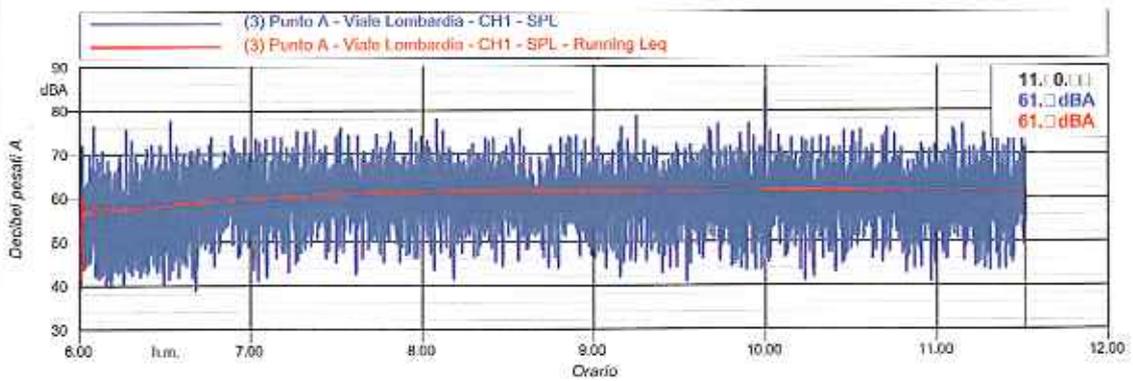
Mercoledì 1 Luglio 2009
 dalle 22:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009
 alle 06:00 di Giovedì 2 Luglio 2009



Punto A (II° divisione diurna)

Data di misura
Ora di Inizio:
Ora di termine:

Mercoledì 1 Luglio 2009
alle 0:00 di Giovedì 2 Luglio 2009
alle 11:30 di Giovedì 2 Luglio 2009



Punto B

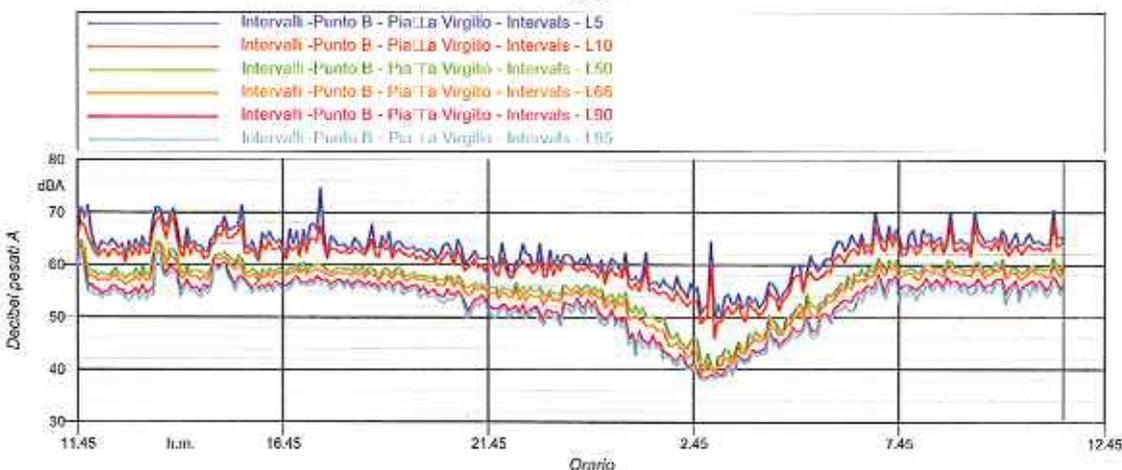
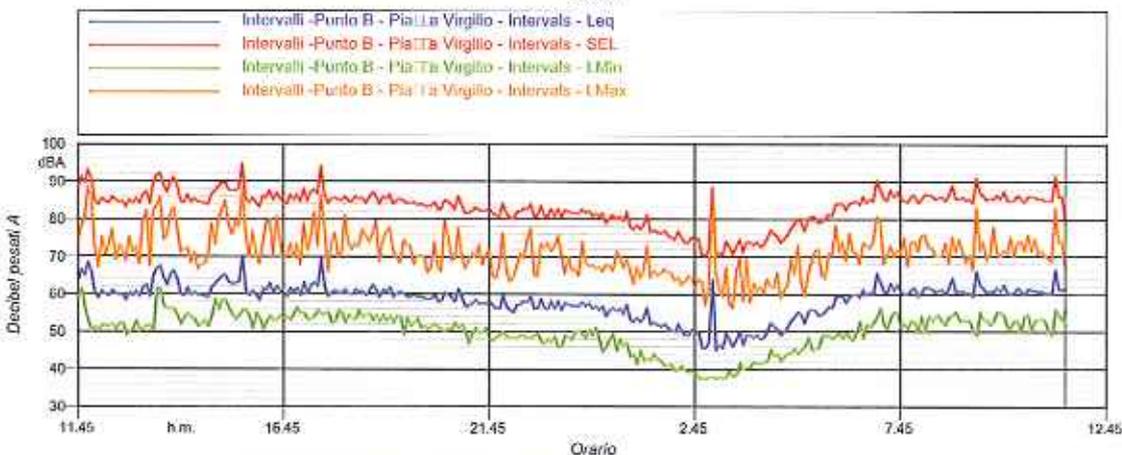
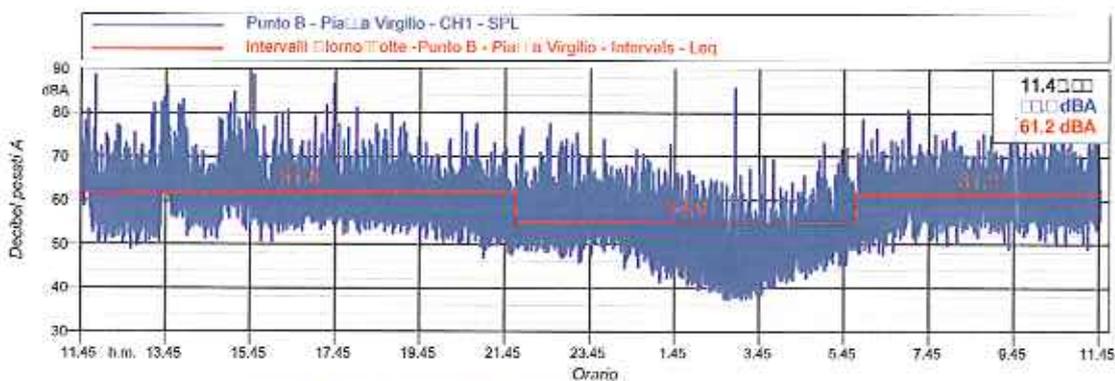
Descrizione:

La misura è stata effettuata all'interno dello scuro sito di l'area e presso un arco libero da ostacoli.

Vista del punto di misura



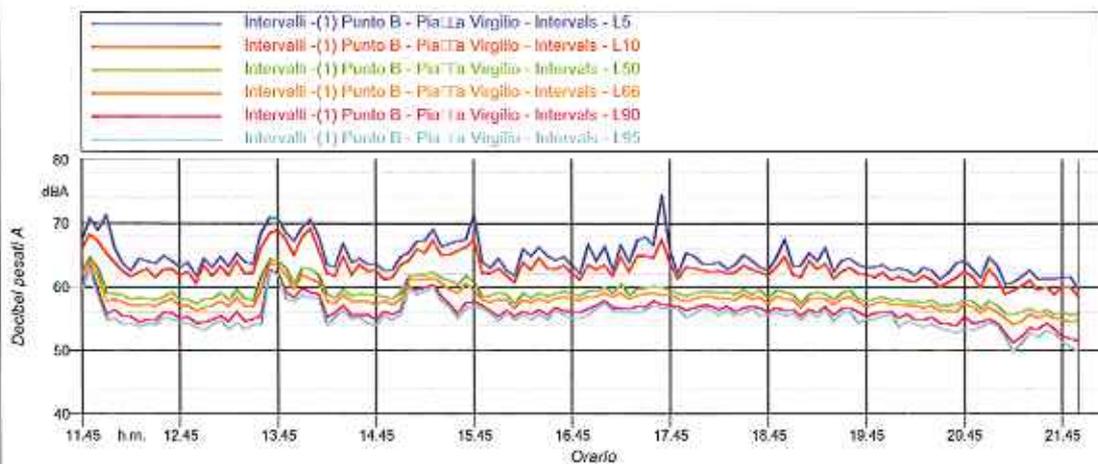
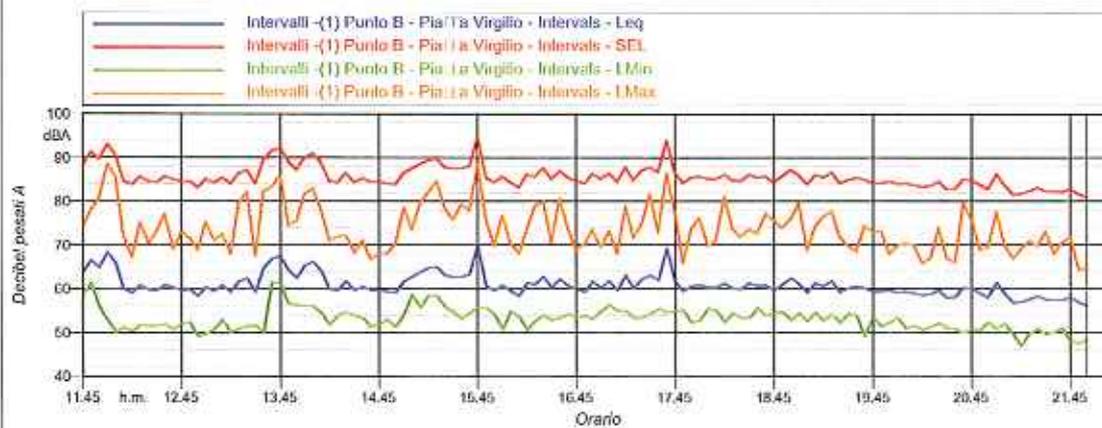
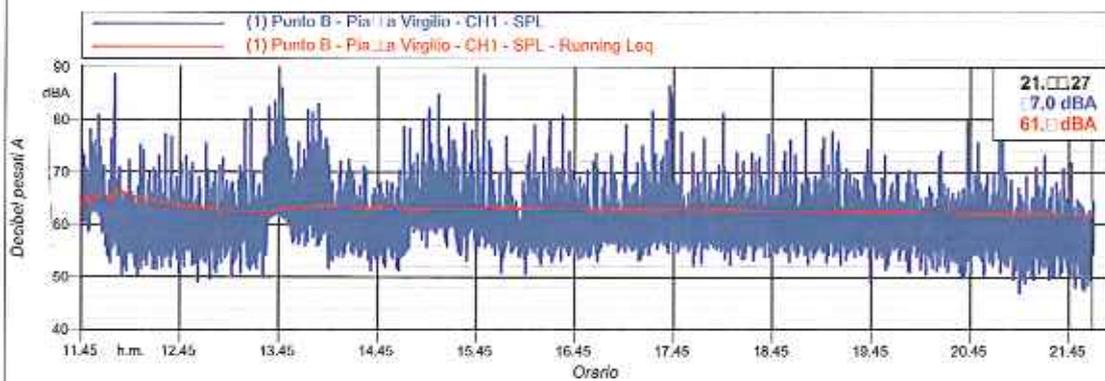
Strumentazione: Ulafe 9.9
Fonte monitorata: Traffico stradale
Distanza dalla sorgente: 100 metri dal centro di Piazza Virgilio
Data di misura: Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora inizio misura: dalle 11:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009
Ora termine misura: alle 11:00 di Giovedì 2 Luglio 2009



Punto B (1° divisione diurna)

Data di misura
Ora di inizio:
Ora di termine:

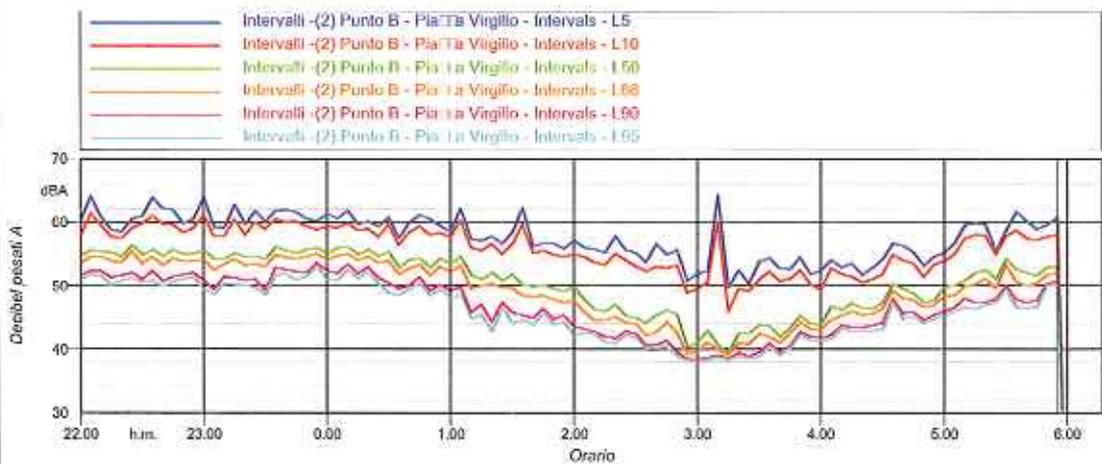
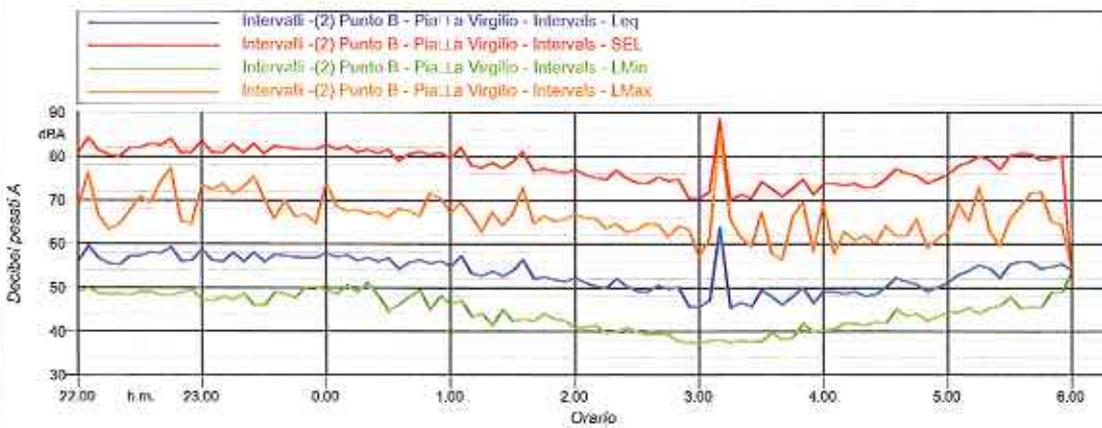
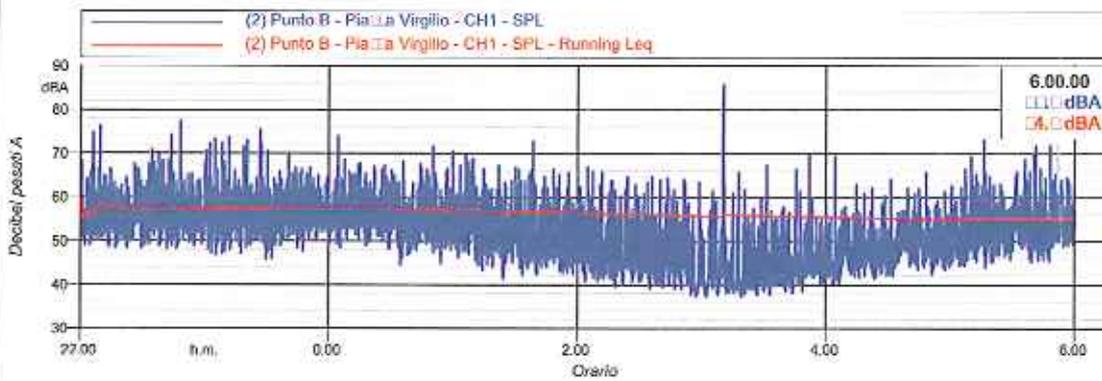
Mercoledì 1 Luglio 2009
dalle 11:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009
alle 22:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009



Punto B (1ª divisione notturna)

Data di misura
Ora di inizio:
Ora di termine:

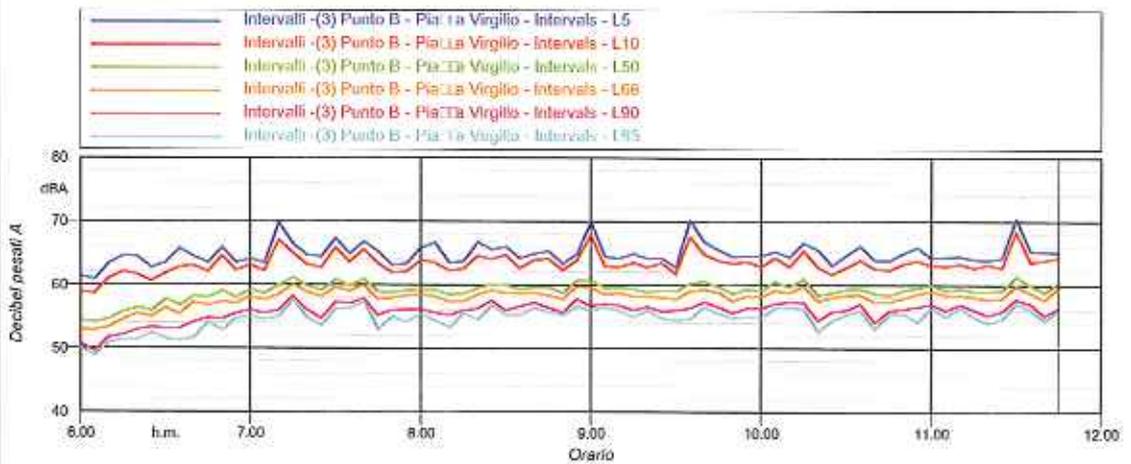
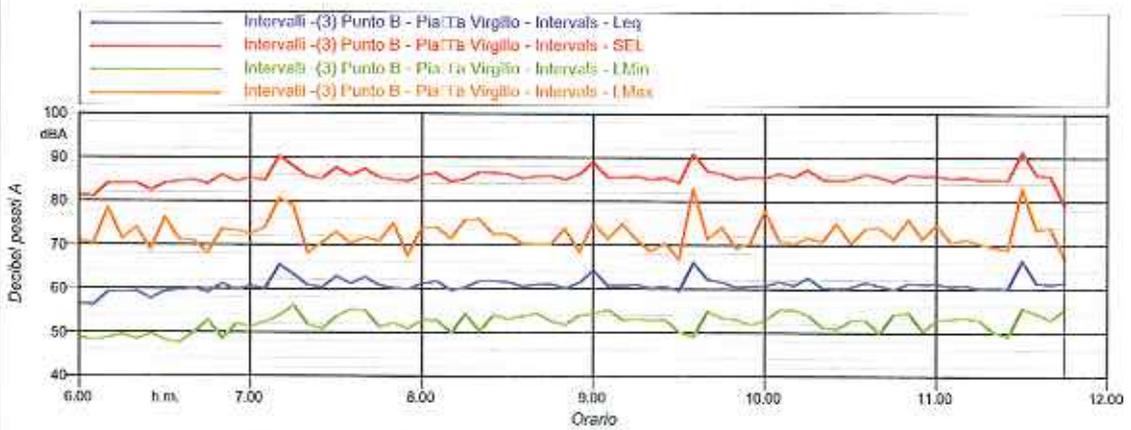
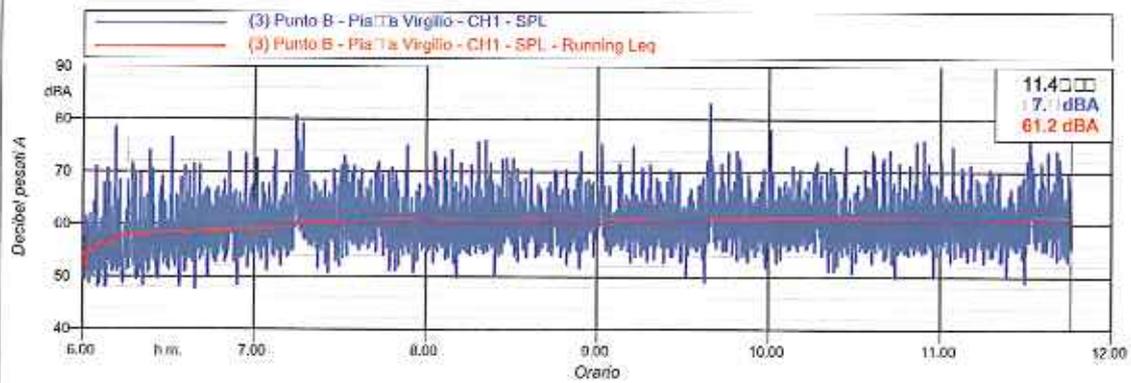
Mercoledì 1 Luglio 2009
dalle 22:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009
alle 06:00 di Giovedì 2 Luglio 2009



Punto B (II° divisione diurna)

Data di misura
Ora di inizio:
Ora di termine:

Mercoledì 1 Luglio 2009
alle 0:00 di Giovedì 2 Luglio 2009
alle 11:00 di Giovedì 2 Luglio 2009



Punto 1

Descrizione:

La misura è stata effettuata lungo Via Lucio Maera

Strumentazione:

Data: 9/9

Oriente monitorata:

Trasversale

Distanza dalla sorgente:

10 metri dalla Sottovia di Via Lucio Maera

Data di misura:

Mercoledì 1 Luglio 2009

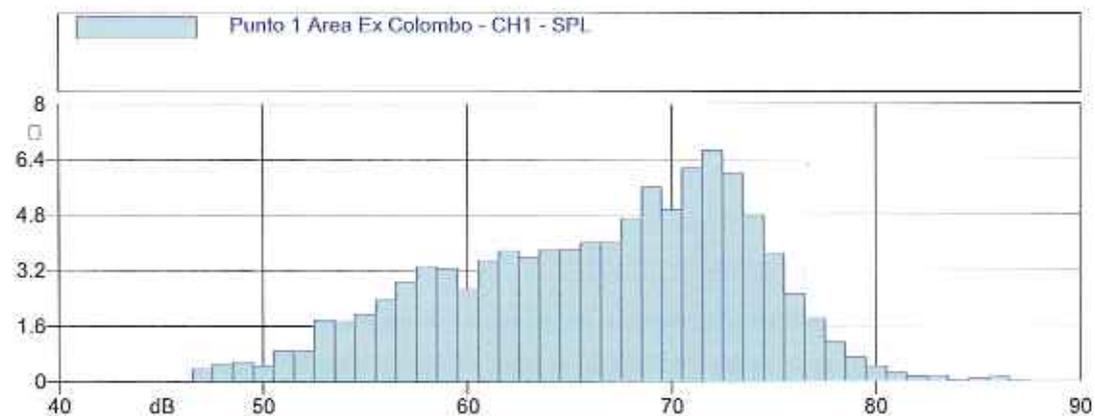
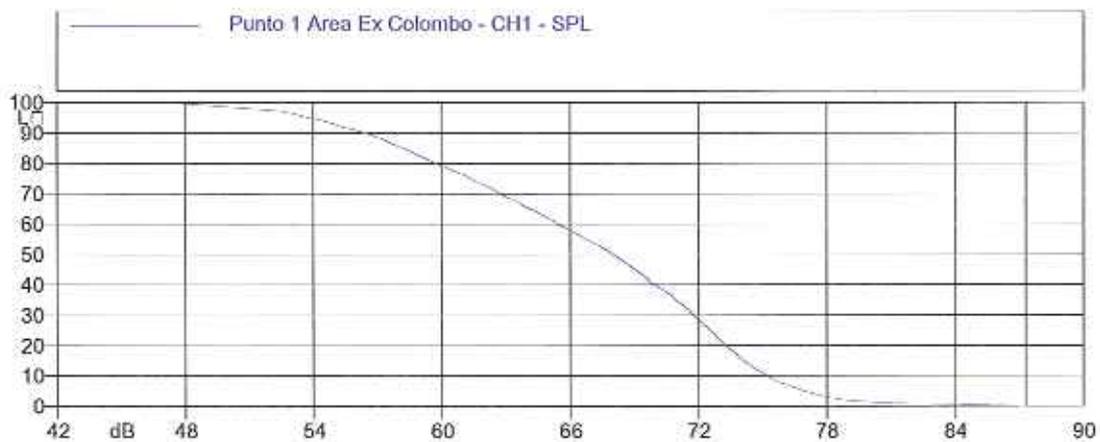
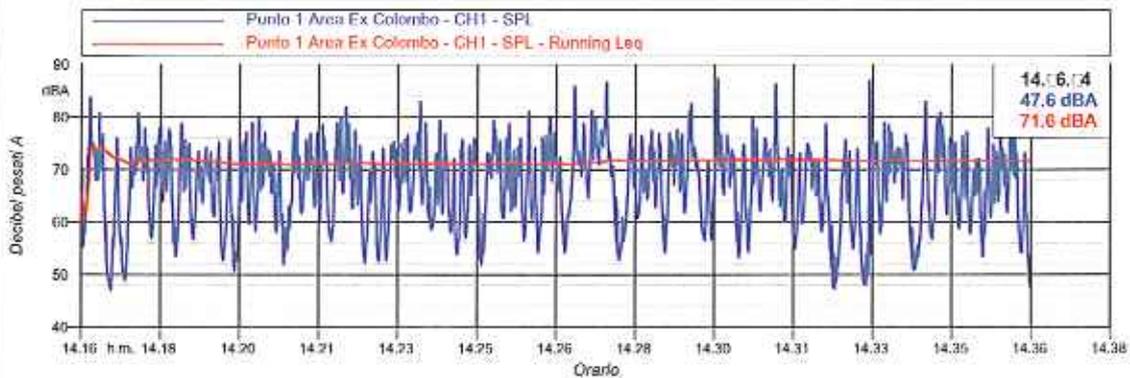
Ora inizio misura:

dalle 11:10 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora termine misura:

alle 11:30 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Vista del punto di misura



Punto 2

Descrizione:

La misura è stata effettuata lungo il percorso ciclopedonale che scorre lungo il lato dell'Area Ex Colombo retrostante a Viale Virgilio e con il gesso da Viale Lombardia.

Strumentazione: date 979

Fonte monitorata: rumore ambientale

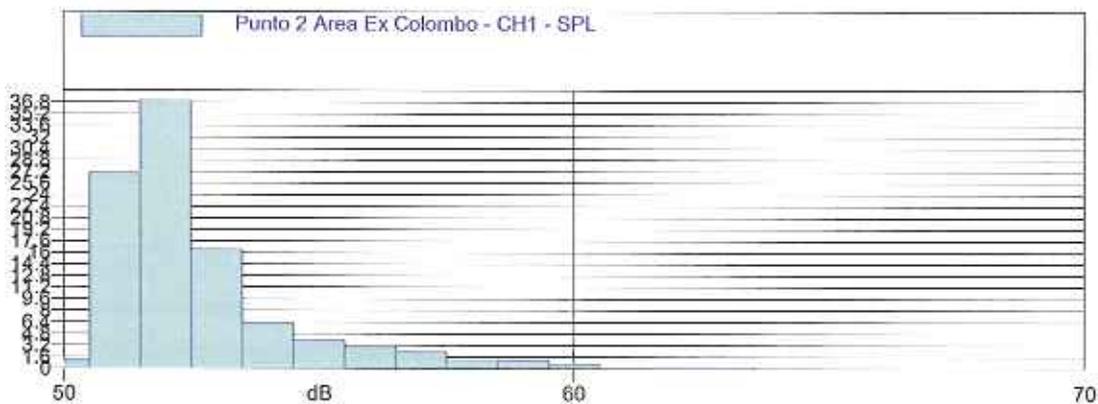
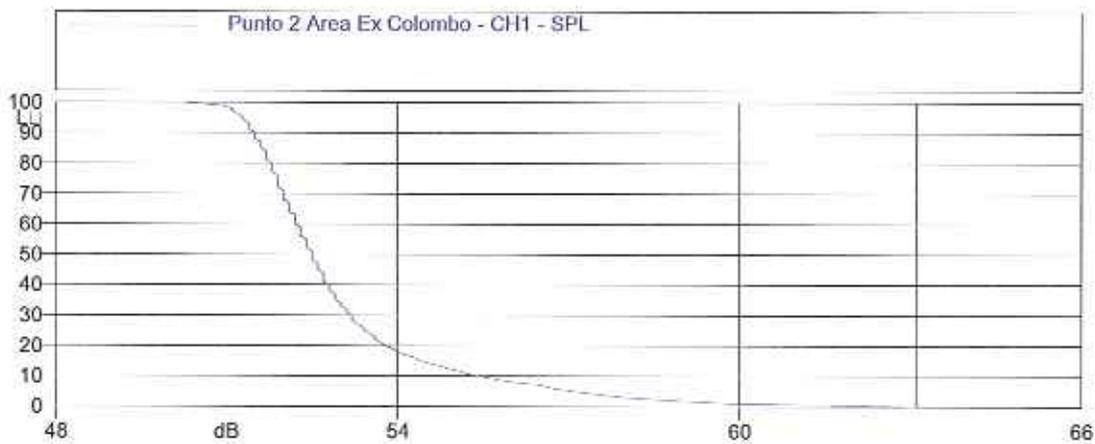
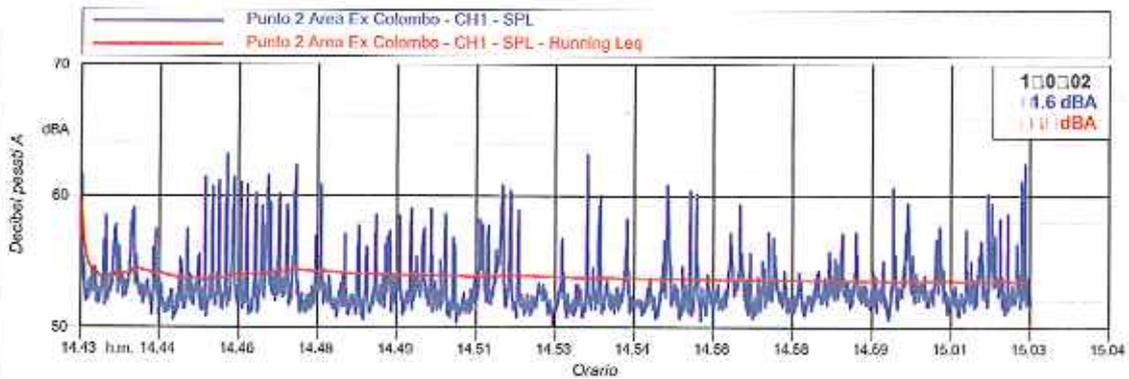
Distanza dalla fonte:

Data di misura: Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora inizio misura: dalle 14:03 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora termine misura: alle 15:03 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Vista del punto di misura



Punto 3

Descrizione:

La misura è stata effettuata lungo la Via Cesare Battisti.

Strumentazione:

11/1/09

Orientamento monitorato:

Carico stradale

Distanza dalla sorgente:

13 metri dalla fine della corsia verso est

Data di misura:

Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora inizio misura:

dalle 12:00 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Ora termine misura:

alle 12:20 di Mercoledì 1 Luglio 2009

Vista del punto di misura

