

Monitoraggio del rumore veicolare nella città di Merano

A. Peretti^{a,b}, F. De Masi^c, A. Bonaldo^d, M. Baiamonte^b, A. Farina^e

^aScuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Padova

^bPeretti e Associati sas, Padova

^cLibero Professionista, Bologna

^dLibero Professionista, Merano (BZ)

^eDipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Parma

Il monitoraggio del rumore veicolare è stato finalizzato alla taratura e al controllo del programma di previsione del rumore predisposto per la città di Merano. In 16 posizioni emblematiche per quanto riguarda il traffico veicolare (*dominanti*) le misure sono state effettuate in continuo per 2-7 giorni; sono stati rilevati i livelli equivalenti (ogni minuto) e i livelli statistici (ogni ora); contemporaneamente sono stati rilevati i flussi orari di 5 tipologie di veicoli e le fasce di velocità. In 62 posizioni *dipendenti* dalle posizioni precedenti per quanto riguarda i flussi di traffico, sono state effettuate misure per 15 minuti, rilevando sempre i livelli equivalenti, i livelli statistici, i flussi dei veicoli e le velocità. Tutti i dati sono stati elaborati e riportati sotto forma di grafici in cui sono evidenti le relazioni che sussistono tra livelli equivalenti e statistici e le relazioni tra livelli e flussi di traffico.

PREMESSA

Come indicato nel lavoro “Classificazione acustica del territorio comunale di Merano” che compare in questi stessi Atti, il Comune di Merano ci ha incaricato di classificare il territorio, di monitorare il rumore urbano e di predisporre un programma di previsione. Il presente lavoro riguarda il monitoraggio del rumore.

METODOLOGIA

A Merano, come in molteplici città italiane, l'inquinamento acustico è essenzialmente determinato dal traffico veicolare.

Nell'ambito dell'indagine sono state effettuate misure fonometriche di lunga durata (2-7 giorni) e di breve durata (15 minuti); contemporaneamente sono stati rilevati i flussi di traffico.

Le misure fonometriche sono state eseguite in posizioni il più possibile lontane da semafori, incroci, confluenze, dossi, ecc., fattori questi che possono rendere il traffico meno fluente.

Per ottenere dati ottimali finalizzati alla taratura e al controllo del programma di previsione del rumore, si è cercato di effettuare i rilievi fonometrici a 7.5 m dall'asse della strada. In pratica i rilievi sono stati eseguiti a 4 m di altezza dal suolo (come indicato dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98 [1]); la distanza tra la proiezione del microfono a terra e la mezzanella della strada è stata, se possibile, pari a 6.35 m.

Per ogni posizione di misura sono stati raccolti dati

informativi esaustivi e sono state scattate diverse fotografie.

Posizioni dominanti

Nel territorio comunale sono state individuate 16 posizioni emblematiche per quanto riguarda il traffico veicolare; in tali posizioni, denominate *dominanti*, i flussi del traffico determinano sostanzialmente i flussi nelle strade adiacenti.

Tramite strumentazione predisposta per funzionare automaticamente è stato rilevato il rumore in continuo:

- per 7 giorni in 9 posizioni;
- per 2-4 giorni in 7 posizioni.

I livelli equivalenti, ossia i livelli medi in termini energetici, sono stati rilevati ogni minuto. I livelli statistici L_4 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} (livelli che sono stati superati dal rumore in esame per l'1, 10, 50, 90, 99 % della durata di misura) sono stati rilevati ogni ora (impiegando la costante di tempo *fast*).

I livelli equivalenti misurati ogni minuto sono stati elaborati al fine di ottenere i livelli medi orari, nonché i livelli medi diurni (dalle ore 6 alle 22) e notturni (dalle ore 22 alle 6).

In concomitanza ai rilievi fonometrici, mediante tubi pneumatici fissati sulla superficie stradale, sono stati rilevati i flussi orari delle diverse tipologie di veicoli e le fasce di velocità.

Sono state considerate le seguenti 5 tipologie di veicoli: moto; auto; mezzi pesanti a 2, 3 e 4 assi.

Sono state considerate le seguenti 5 fasce di velocità: 0-30, 30-50, 50-70, 70-90, > 90 km/h.

Posizioni dipendenti

Come si è detto, i flussi di traffico nelle posizioni dominanti determinano sostanzialmente i flussi nelle strade adiacenti. Per ciascuna posizione dominante sono state quindi individuate alcune posizioni, denominate *dipendenti*, site in strade limitrofe.

Complessivamente sono state considerate 62 posizioni dipendenti.

La durata dei rilievi è stata pari a 15 minuti. Le misure sono state eseguite di giorno, in periodi di tempo in cui contemporaneamente venivano eseguiti i rilievi nella posizione dominante.

Tramite strumentazione predisposta per funzionare manualmente sono stati rilevati i livelli equivalenti e i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} , relativi ai 15 minuti di misura.

Contemporaneamente sono stati annotati i veicoli in transito, di cui si sono stimate le fasce di velocità.

Strumentazione

I rilievi del rumore nelle posizioni dominanti sono stati eseguiti mediante un fonometro Larson Davis 814, dotato di microfono Bruel Kjaer 4189 e di dispositivo antipioggia e antivento Bruel Kjaer UA 1404.

I rilievi del rumore nelle posizioni dipendenti sono stati eseguiti mediante un secondo fonometro Larson Davis 814, dotato di microfono Bruel Kjaer 4189 munito di cuffia antivento.

Le due linee di misura sono state calibrate mediante la sorgente di riferimento Bruel Kjaer 4231.

I rilievi del traffico nelle posizioni dominanti sono stati effettuati mediante due dispositivi Unicorn modello 4RT a tubi pneumatici.

Tutti i dati (fonometrici e relativi al traffico) sono stati memorizzati dagli strumenti di misura e successivamente sono stati trasferiti al calcolatore per le elaborazioni numeriche e grafiche.

Periodo di indagine e condizioni ambientali

Le misure sono state eseguite nel periodo agosto-novembre 1999.

I rilievi nelle posizioni dominanti sono stati caratterizzati dalle condizioni ambientali presenti nelle giornate di misura. Dato che i livelli equivalenti sono stati memorizzati ogni minuto, è stato possibile verificare a posteriori l'influenza delle condizioni climatiche avverse quali vento e pioggia (condizioni annotate da parte dei tecnici preposti al controllo delle misure) sui risultati fonometrici. Tale influenza è risultata sostanzialmente trascurabile.

I rilievi nelle posizioni dipendenti sono stati eseguiti in assenza di vento e di pioggia.

RISULTATI

Per ogni posizione dominante è stato realizzato un *grafico relativo agli andamenti nel tempo dei livelli sonori e dei flussi di traffico* (un esempio di tale grafico è riportato nella fig. 1).

Nel grafico superiore è riportato l'andamento del livello equivalente (evidenziato mediante una spezzata) rilevato ogni minuto nelle giornate e negli orari indicati nella parte bassa del grafico.

Nel grafico intermedio sono riportati gli andamenti, riferiti ad ogni ora, dei livelli equivalenti (evidenziati mediante istogrammi) e dei livelli statistici (evidenziati mediante spezzate).

Nel grafico inferiore sono riportati gli andamenti, riferiti ad ogni ora, dei livelli equivalenti (evidenziati mediante istogrammi) e dei flussi veicolari (evidenziati mediante spezzate).

I livelli equivalenti e statistici sono espressi in dB(A); le scale sono riportate sulla sinistra dei grafici.

I flussi del traffico sono espressi in termini logaritmici; la scala (Log flusso traffico) è indicata sulla destra del grafico.

I livelli equivalenti orari riportati nei grafici precedenti sono stati impiegati per calcolare i livelli equivalenti diurni (dalle ore 6 alle 22) e notturni (dalle ore 22 alle 6) relativi alle diverse giornate di misura. Tali livelli sono riportati nei *grafici relativi ai livelli equivalenti diurni e notturni* (un esempio di tale grafico è riportato nella fig. 2).

Per poter confrontare tra loro i dati (sia del traffico che del rumore) relativi a posizioni diverse è necessario che i dati stessi siano tra loro omogenei. Poiché i dati dei giorni festivi non erano disponibili per tutte le posizioni di misura e poiché tali dati risultavano spesso differenti rispetto a quelli dei giorni feriali, sono stati considerati solo i dati riguardanti i giorni feriali.

Nelle tabelle 1 e 2 (esemplificative) sono riportati i flussi medi diurni e notturni delle auto relativi ai giorni feriali; sono inoltre riportate le percentuali dei veicoli in transito alle diverse classi di velocità.

La graduatoria in termini di rumorosità dei siti esaminati è riportata nelle tabelle 3 e 4. In queste tabelle sono trascritti i livelli equivalenti medi diurni e notturni relativi ai giorni feriali e i corrispondenti flussi di traffico (relativi a tutti i mezzi in transito).

Per quanto riguarda le posizioni dipendenti, per ogni posizione è stato realizzato un *grafico relativo ai livelli sonori e ai flussi di traffico* (un esempio di tale grafico è riportato in fig. 3).

Nel grafico superiore sono riportati i livelli equivalenti (evidenziati mediante istogrammi) e i livelli stati-

stici (evidenziati mediante punti) rilevati (di giorno) nei 15 minuti di misura.

Nel grafico inferiore sono riportati i livelli equivalenti (evidenziati mediante istogrammi) e i flussi di traffico (evidenziati mediante punti) rilevati (di giorno) nei 15 minuti di misura.

OSSERVAZIONI SUI RISULTATI

Per quanto riguarda le posizioni dominanti, dai grafici relativi agli andamenti nel tempo dei livelli sonori e dei flussi di traffico (cfr. fig. 1) emerge che:

- i livelli equivalenti rilevati ogni minuto (grafico superiore) variano notevolmente in funzione del traffico;
- l'andamento nel tempo del livello equivalente rilevato ogni minuto (grafico superiore) e riferito ad ogni ora (grafici intermedio e inferiore) è periodico: i livelli sono bassi in corrispondenza delle ore notturne (in genere dalle ore 24 alle 5), mentre sono alti nel periodo diurno;
- i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} (grafico intermedio) consentono di valutare la variabilità del rumore determinato dal traffico. Di notte i livelli statistici L_{99} e L_{90} sono molto prossimi tra loro; L_{99} e L_{90} possono quindi essere considerati come i livelli del rumore di fondo (a traffico nullo o quasi); in questo caso il rumore è dovuto al traffico lontano e al rumore della città. I livelli statistici L_1 sono necessariamente molto elevati (sia di giorno che di notte), dato che essi sono determinati solo dal passaggio del mezzo o dei mezzi più rumorosi;
- il livello equivalente orario diurno (grafico intermedio) è nella quasi totalità dei casi compreso tra i livelli statistici L_{50} e L_{10} , ponendosi molto vicino a L_{10} ; di notte il livello equivalente orario è nella quasi totalità dei casi compreso tra i livelli statistici L_{10} e L_1 , ponendosi comunque sempre molto vicino a L_{10} ;
- l'andamento del flusso di traffico relativo alle auto (grafico inferiore) è sostanzialmente parallelo, di giorno, all'andamento del livello equivalente orario; questo fatto indica che il rumore è essenzialmente determinato dalle auto che d'altra parte sono in numero nettamente preponderante; minore è infatti l'influenza delle moto e dei camion a 2 assi, molto minore l'influenza dei camion a 3 o 4 assi (in quantità questi ultimi davvero molto contenuta);
- i livelli equivalenti orari di notte rimangono più elevati rispetto a quelli attesi sulla base del flusso di traffico (grafico inferiore); ciò è dovuto al fatto che anche pochi mezzi (in genere a velocità sostenuta) sono sufficienti a determinare livelli equivalenti elevati.

Dai grafici relativi ai livelli equivalenti diurni e notturni (cfr. fig. 2) emerge che:

- la domenica è sempre la giornata in cui il rumore

diurno è più basso;

- la notte tra il sabato e la domenica è in diversi casi caratterizzata da livelli più alti;
- i livelli sono sostanzialmente gli stessi da lunedì al sabato;
- la differenza tra i livelli medi relativi ai soli giorni feriali e i livelli medi relativi ai giorni feriali e festivi è al massimo di 1.3 dB(A) di giorno e 0.7 dB(A) di notte.

Dalle tabelle 1 e 2 (e dalle altre tabelle analoghe elaborate per le altre tipologie di veicoli) emerge che:

- di notte i flussi diminuiscono drasticamente rispetto al giorno;
- di notte le velocità sono più elevate rispetto al giorno.

Dalle tabelle 3 e 4 emerge che:

- i livelli equivalenti medi risultano compresi tra 55 e 70 dB(A) di giorno e tra 49 e 63 dB(A) di notte;
- i siti più rumorosi di giorno rimangono i più rumorosi anche di notte.

Per quanto riguarda le posizioni dipendenti, dai grafici relativi ai livelli sonori e ai flussi di traffico (cfr. fig. 3) rilevati di giorno per 15 minuti emerge che:

- il livello equivalente è nella quasi totalità dei casi compreso tra i livelli statistici L_{50} e L_{10} , ponendosi molto vicino a L_{10} ;
- il livello equivalente è generalmente correlato al flusso delle auto e delle moto.

BIBLIOGRAFIA

1. Ministero dell'Ambiente. Decreto 16 marzo 1998. *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*

Tabella 1 - Flussi medi diurni relativi alle auto

| Sito | Traffico medio diurno auto/ora | Classi di velocità | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | 0-30 km/h | 30-50 km/h | 50-70 km/h | 70-90 km/h | >90 km/h |
| | | (percentuale sul totale) | | | | |
| via Virgilio 30 | 150 | 80 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| via Schaffer 21 | 319 | 51 | 48 | 1 | 0 | 0 |
| piazza V. Veneto 10 | 99 | 45 | 52 | 3 | 0 | 0 |
| corso Libertà 127 | 421 | 54 | 45 | 1 | 0 | 0 |
| via Wolf 41 | 180 | 29 | 66 | 5 | 0 | 0 |
| via Laurin 77 | 153 | 47 | 52 | 0 | 0 | 0 |
| via Garibaldi 8 | 206 | 57 | 42 | 1 | 0 | 0 |
| via Cadorna 1 | 285 | 21 | 66 | 13 | 1 | 0 |
| via Zuegg 58 | 570 | 30 | 56 | 14 | 0 | 0 |
| via Piave 38 | 850 | 16 | 76 | 8 | 0 | 0 |
| via Goethe 64 | 413 | 25 | 63 | 12 | 0 | 0 |
| via Scena 40 | 458 | 20 | 77 | 3 | 0 | 0 |
| via Roma 15/b | 1088 | 14 | 76 | 10 | 0 | 0 |
| via Roma 240 | 1120 | 17 | 75 | 8 | 0 | 0 |
| via Palade 49 | 615 | 8 | 71 | 20 | 0 | 0 |
| via Winkel 55 | 113 | 30 | 64 | 6 | 0 | 0 |

Tabella 2 - Flussi medi notturni relativi alle auto

| Sito | Traffico medio notturno auto/ora | Classi di velocità | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | 0-30 km/h | 30-50 km/h | 50-70 km/h | 70-90 km/h | >90 km/h |
| | | (percentuale sul totale) | | | | |
| via Virgilio 30 | 28 | 61 | 39 | 0 | 0 | 0 |
| via Schaffer 21 | 45 | 27 | 65 | 8 | 0 | 0 |
| piazza V. Veneto 10 | 16 | 45 | 52 | 2 | 0 | 0 |
| corso Libertà 127 | 64 | 15 | 72 | 12 | 0 | 0 |
| via Wolf 41 | 20 | 16 | 63 | 20 | 1 | 0 |
| via Laurin 77 | 16 | 22 | 76 | 2 | 0 | 0 |
| via Garibaldi 8 | 34 | 19 | 69 | 12 | 0 | 0 |
| via Cadorna 1 | 41 | 9 | 74 | 15 | 1 | 0 |
| via Zuegg 58 | 68 | 3 | 32 | 59 | 5 | 0 |
| via Piave 38 | 134 | 3 | 56 | 39 | 2 | 0 |
| via Goethe 64 | 86 | 1 | 41 | 51 | 7 | 0 |
| via Scena 40 | 62 | 3 | 75 | 21 | 0 | 0 |
| via Roma 15/b | 224 | 4 | 46 | 47 | 3 | 0 |
| via Roma 240 | 222 | 4 | 45 | 48 | 3 | 0 |
| via Palade 49 | 84 | 3 | 38 | 50 | 8 | 0 |
| via Winkel 55 | 18 | 18 | 68 | 13 | 1 | 0 |

Tabella 3 - Livelli equivalenti medi diurni e flussi complessivi di traffico

| <i>Sito</i> | <i>Leq,d in dB(A)</i> | <i>Veicoli/ora</i> |
|---------------------|-----------------------|--------------------|
| via Roma 15/b | 70.3 | 1204 |
| via Piave 38 | 69.7 | 1059 |
| via Zuegg 58 | 68.6 | 657 |
| via Scena 40 | 68.6 | 522 |
| via Palade 49 | 68.6 | 703 |
| corso Libertà 127 | 67.0 | 613 |
| via Roma 240 | 66.6 | 1297 |
| via Schaffer 21 | 65.9 | 396 |
| via Goethe 64 | 65.3 | 487 |
| via Wolf 41 | 63.1 | 290 |
| via Laurin 77 | 62.9 | 182 |
| piazza V. Veneto 10 | 62.8 | 133 |
| via Winkel 55 | 62.5 | 136 |
| via Virgilio 30 | 62.0 | 195 |
| via Cadorna 1 | 58.7 | 352 |
| via Garibaldi 8 | 54.8 | 256 |

Tabella 4 - Livelli equivalenti medi notturni e flussi complessivi di traffico

| <i>Sito</i> | <i>Leq,n in dB(A)</i> | <i>Veicoli/ora</i> |
|---------------------|-----------------------|--------------------|
| via Roma 15/b | 63.0 | 250 |
| via Piave 38 | 61.8 | 162 |
| via Zuegg 58 | 60.6 | 76 |
| via Roma 240 | 60.4 | 257 |
| via Palade 49 | 59.8 | 100 |
| via Goethe 64 | 59.3 | 95 |
| via Scena 40 | 58.9 | 72 |
| corso Libertà 127 | 58.7 | 81 |
| via Schaffer 21 | 58.4 | 54 |
| via Winkel 55 | 53.9 | 21 |
| via Virgilio 30 | 53.4 | 34 |
| piazza V. Veneto 10 | 53.4 | 19 |
| via Wolf 41 | 52.3 | 25 |
| via Laurin 77 | 52.3 | 18 |
| via Cadorna 1 | 49.2 | 50 |
| via Garibaldi 8 | 48.7 | 39 |

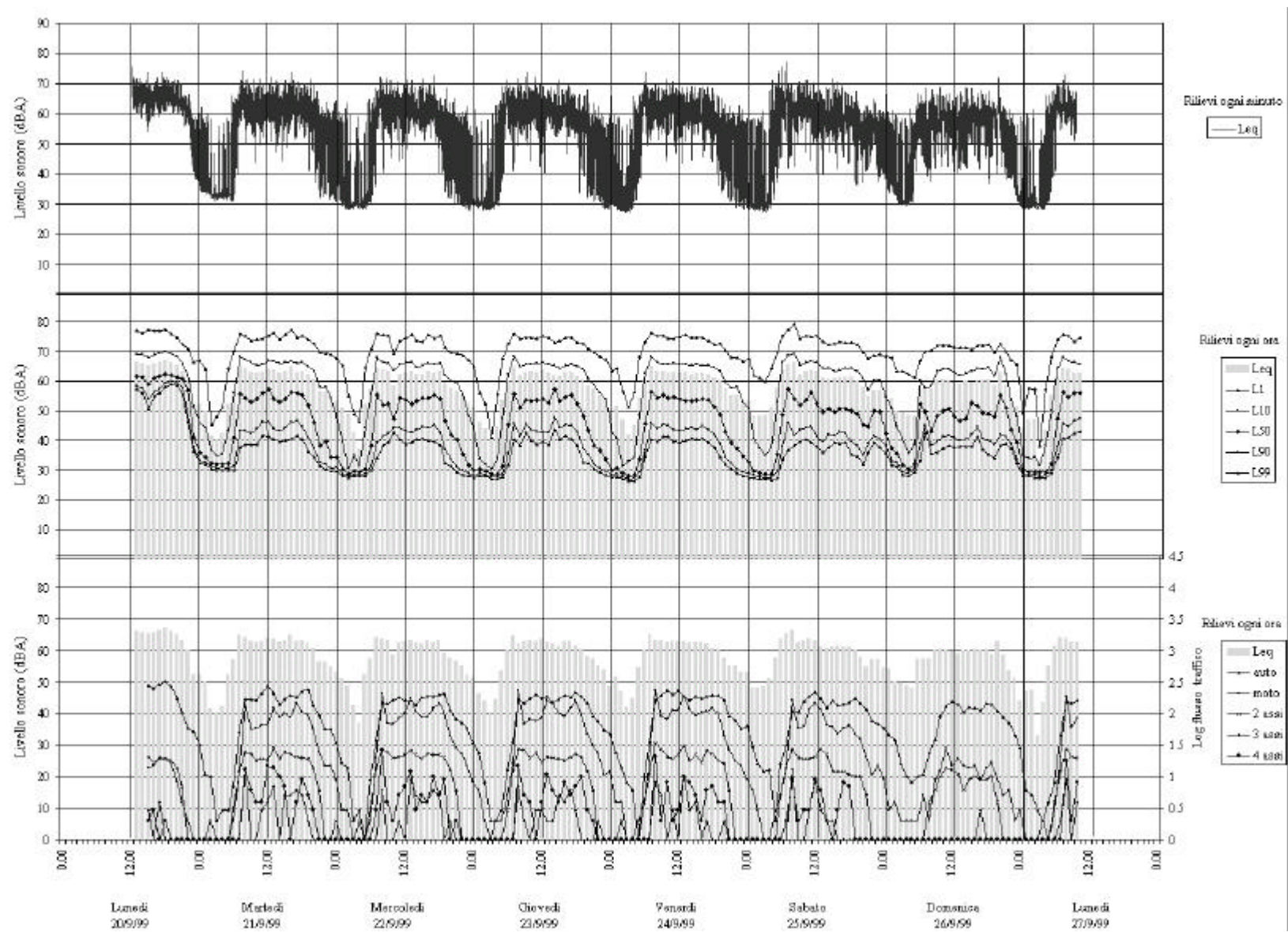


Figura 1 - Andamenti nel tempo dei livelli sonori e dei flussi di traffico relativi a via Wolf 41

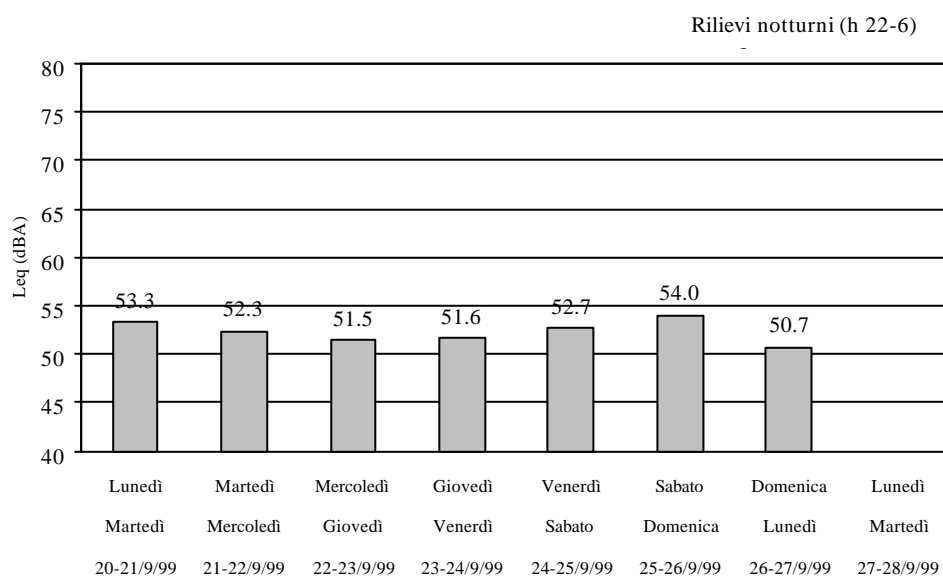
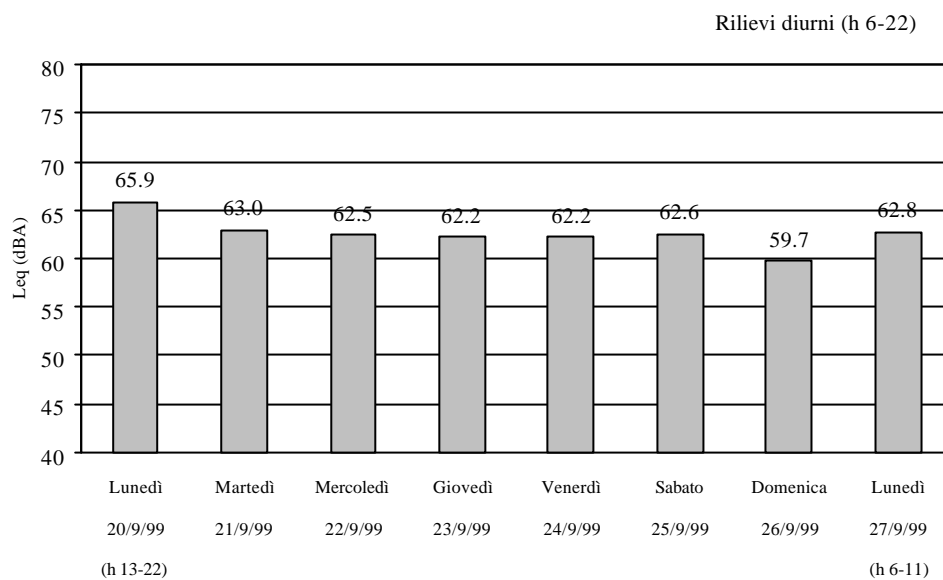


Figura 2 - Livelli equivalenti diurni e notturni relativi a via Wolf 41

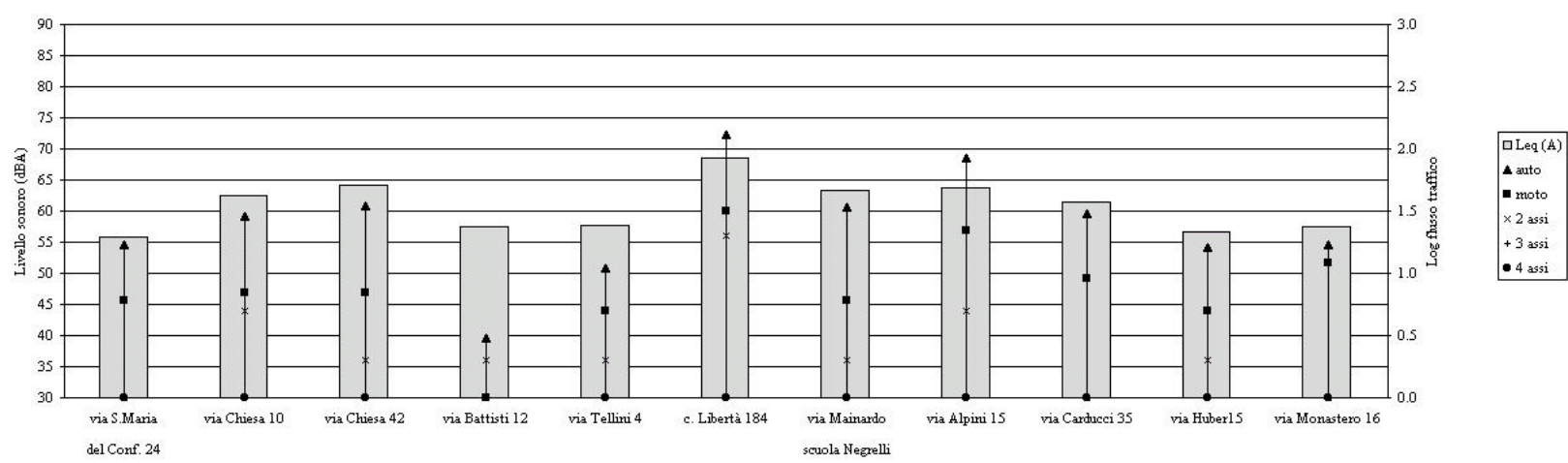
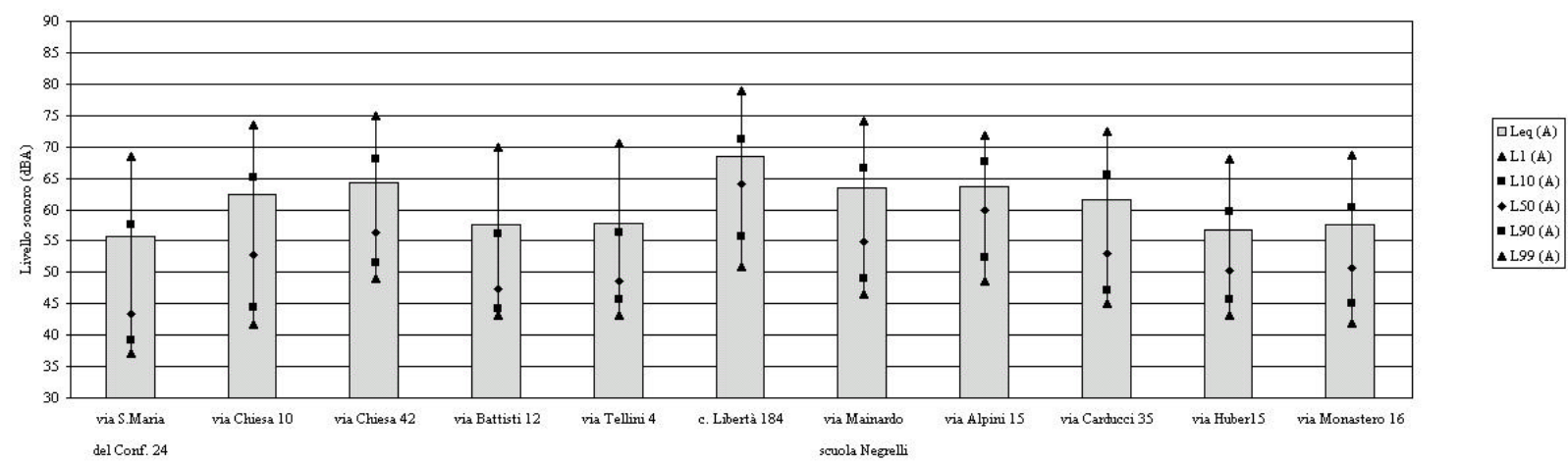


Figura 3 - Livelli sonori e flussi di traffico relativi ad alcune posizioni dipendenti