

# ANPA

**Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente**

**Dipartimento Stato dell'Ambiente, Prevenzione, Risanamento e Sistemi Informativi**

**Settore Laboratorio di Acustica**

**INQUINAMENTO ACUSTICO:**

**LE PISTE MOTORISTICHE**

*Campagna di misure ai fini della predisposizione  
del Regolamento di esecuzione di cui all'art.11 della L.Q. 447/95*



**RTI 1/98-AMB-ACUS**

settembre 1998

## INDICE

INDICE	pag.	2
PRESENTAZIONE	pag.	3
PREMESSA	pag.	5
1. SCOPO DELLA CAMPAGNA DI MISURE	pag.	6
2. Mugello	pag.	6
2.1 AUTODROMI ED ATTIVITA' MOTORISTICHE	pag.	7
2.2 Imola	pag.	7
2.3 Vallelunga	pag.	8
2.4 Monza	pag.	9
3. METODOLOGIA DI MISURA	pag.	10
3.1 Generalità	pag.	10
3.2 Mugello	pag.	10
3.3 Imola	pag.	11
3.4 Vallelunga	pag.	12
3.5 Monza	pag.	12
4. PARAMETRI RILEVATI	pag.	13
4.1 Strumentazione di misura	pag.	13
4.2 Grandezze acustiche misurate	pag.	14
5. RISULTATI	pag.	15
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag.	20

## PRESENTAZIONE

Nel corso del 1997 l'ANPA ha condotto una campagna di misure a fini conoscitivi presso strutture adibite a prove e gare di automobilismo e motociclismo.

L'indagine ha coinvolto oltre all'ANPA, l'ARPA Emilia Romagna, l'ARPA Toscana, il PMP e l'Amministrazione Provinciale di Roma, nelle Regioni di rispettive competenza, che hanno messo a disposizione risorse umane e strumentali ad integrazione di quanto disponibile presso il Settore Laboratorio di Acustica dell'ANPA.

Un sincero ringraziamento è rivolto ai Direttori delle Amministrazioni coinvolte ed ai tecnici:

### ARPAER

Maurizio Gherardi

Claudio Lanzoni

### ARPAT

Cesare Fagotti

Thomas Manciocchi

Maurizio Poli

Sergio Ricciardelli

Tiziano Turrini

Cristina Volta

### PMP Roma

Pierluigi Deledda

Giuseppe Filiaci

### Provincia di Roma

Tina Fabozzi

Maffeo Petricca

Franco Micozzi

Nicola Nurzia

Ugo Palazzo

Enrico Pirri

Franca Tofi

che con la loro esperienza, professionalità e disponibilità hanno permesso la realizzazione del presente rapporto.

Un ulteriore ringraziamento va all'Autodromo di Imola, nella persona del Direttore Dott. M. Gambucci, all'Autodromo del Mugello, nella persona del Direttore Dott. S. Ghedini ed al Direttore dell'Autodromo di Vallelunga A. Scala, che hanno dato piena disponibilità e supporto agli operatori pur nelle difficili condizioni dovute alle manifestazioni in corso, quasi sempre di rilievo internazionale.

Si ringraziano ancora il Prof. A. Criscuolo e il Dott. M. Montanelli della USSL n. 29 di Monza e la Dott.ssa A. Alberici del relativo PMIP, i tecnici S. Invernizzi, M. Negri e R. Sanvito dello stesso PMIP, e P. Mainardi, M. Gravelloni, I. Trionfo, D. Pavesi del PMIP di Milano, nonché il Dott. E.

Ferrari, Direttore dell'Autodromo di Monza, che già nel corso del 1997 hanno fornito supporto all'ANPA per l'effettuazione di una prima serie di rilievi durante lo svolgimento delle prove e della gara del Gran Premio di F.1, in aggiunta all'attività di monitoraggio condotta dal PMIP competente.

## PREMESSA

Il panorama normativo in materia di inquinamento acustico costituito dalla L.Q. n.447/95 dai numerosi decreti attuativi è ormai prossimo al completamento. Tra i vari atti normativi successivi alla legge quadro, i Regolamenti di cui all'art.11 rappresentano forse la parte più rilevante di tutto il contesto; tra essi, una regolamentazione specifica è prevista anche per gli "autodromi e per le piste motoristiche di prova".

In effetti, pur avendo l'Italia 9 autodromi, Pergusa (EN), Imola (BO), Levante a Binetto (BA), Magione (PG), Santamonica a Misano Adriatico (FO), Mugello a Scarperia (FI), Vallelunga a Campagnano Romano (RM), Varano a Varano de' Melegari (PR) [vedi *Tavola I*], di cui due adibiti a gare inserite nel circuito internazionale dei Gran Premi di Formula 1 (unico paese al mondo) e due in cui si svolge il motomondiale, sono poche le informazioni che aiutano a caratterizzare acusticamente tali strutture e quindi a valutare l'impatto acustico sul territorio circostante.

Soltanto per l'Autodromo di Monza, in conseguenza di problemi di natura più ampia che comprendono anche l'aspetto rumore, che ha comportato il coinvolgimento della Magistratura, esiste una notevole quantità di dati sulle emissioni sonore del circuito automobilistico, raccolti in maniera sistematica su base annuale e quindi valutati dal PMIP di Monza con il supporto del PMIP di Milano. Indagini fonometriche conseguenti a proteste da parte di residenti sono state svolte nel passato anche presso il circuito di Imola da parte dei tecnici dell'Amministrazione localmente competente.

Il Ministero dell'Ambiente, al fine di disporre di una quantità di informazioni sufficienti per la comprensione della specifica realtà e quindi per la successiva elaborazione del Regolamento sopra menzionato, ha ritenuto opportuno dare incarico all'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, in qualità di proprio organo tecnico, di eseguire una campagna di misure su autodromi diversi per estensione, caratteristiche del territorio circostante, importanza, tipo di manifestazioni, ecc.

L'ANPA, sulla base di positive esperienze similari, ha coinvolto Amministrazioni locali (ARPA e PMP) che già collaborano proficuamente con l'Agenzia nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro sull'inquinamento acustico.

Il presente rapporto illustra i dati acustici rilevati, le valutazioni effettuate nonché alcune considerazioni che possono essere di supporto al legislatore per la messa a punto della relativa norma.

## **1. SCOPO DELLA CAMPAGNA DI MISURE**

L'indagine strumentale è finalizzata alla conoscenza dei livelli di rumore attorno agli autodromi in occasione di alcuni importanti eventi motoristici nonché alla valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dalle attività abituali di strutture adibite a gara e/o prove di auto e moto con lo scopo di fornire utili elementi per la regolamentazione delle emissioni rumorose derivanti da tali attività motoristiche.

In aggiunta, per i Comuni in cui si trovano le piste motoristiche, la campagna di misure fornisce alle Amministrazioni locali informazioni utili per la redazione della zonizzazione acustica territoriale e per gli eventuali piani di risanamento acustico.

## **2. AUTODROMI ED ATTIVITÀ MOTORISTICHE**

La campagna di misure acustiche ha avuto luogo nel corso del 1998 presso tre diversi autodromi, Vallelunga (Campagnano Romano - ROMA), Imola (BO) e Mugello (Scarperia - FI) in occasione di alcune manifestazioni di grande risonanza nazionale e internazionale.

Questi tre circuiti presentano differenti caratteristiche geografiche, morfologiche e ambientali, che successivamente andremo ad illustrare, ed hanno un ampio calendario di manifestazioni motoristiche competitive e promozionali che, diverso da autodromo ad autodromo, si sviluppa generalmente su circa 250-300 giorni l'anno. Occorre quindi considerare tali piste motoristiche quali sorgenti fisse di rumore che funzionano quasi ininterrottamente per la maggior parte dell'anno.

La scelta degli autodromi è stata definita in relazione sia alle manifestazioni motoristiche che si svolgono nel circuito sia alla possibilità di collaborazione con altre amministrazioni presenti nel territorio in cui ricade la struttura stessa in modo anche da integrare le risorse umane e strumentali disponibili presso l'ANPA.

La campagna di misure eseguita presso l'autodromo di Vallelunga è stata realizzata congiuntamente ai tecnici del PMP di Roma e della Provincia di Roma, quella realizzata a Imola insieme ai colleghi dell'ARPA Emilia Romagna, infine quella effettuata nell'autodromo del Mugello ha coinvolto anche i tecnici dell'ARPA Toscana.

E' stata eseguita una prima serie di rilevazioni strumentali anche presso l'Autodromo di Monza durante il Gran Premio di F1 del 1997; tale circuito ha una ricca "storia" di misurazioni fonometriche effettuate nel corso degli ultimi anni conseguenti ad una situazione di forte contrasto tra la popolazione e il gestore dell'Autodromo per il disturbo da rumore avvertito da molti abitanti

nei dintorni dell'insediamento. Anche per questi motivi, le informazioni tratte dalle misure intorno alla pista di Monza assumono un'importanza particolare ai fini delle considerazioni contenute nel presente rapporto.

Nel seguito sono riportate informazioni specifiche relative ai diversi autodromi esaminati e alle manifestazioni motoristiche oggetto dell'indagine.

## **2.1 Mugello**

Il circuito, avente lunghezza di 5245 m, si trova nella zona del Mugello nell'appennino tosco-emiliano in prossimità del paese di Scarperia (FI) [vedi *planimetria 1*]. La porzione di territorio circostante l'autodromo presenta un ridotto numero di abitazioni almeno in un raggio di circa 500 m esterno al sedime, per distanze maggiori si rientra nell'abitato di Scarperia.

La particolare posizione dell'autodromo (300 m circa s.l.m.) al centro di una piccola vallata costeggiata da rilievi collinari garantiscono una limitata propagazione in direzione dei ricettori specialmente quando le condizioni meteorologiche non sono tali da influire significativamente sulla propagazione delle emissioni sonore.

Normalmente il clima acustico attorno all'autodromo è estremamente buono in assenza di attività motoristiche, in quanto non esistono altre sorgenti preminenti di rumore nella zona. A tal riguardo occorre sottolineare che il traffico veicolare risulta contenuto sia sulla statale appenninica Firenze-Bologna e sia sulle strade locali del comprensorio di Scarperia.

La manifestazione motoristica oggetto della campagna di misure è stato il Gran Premio d'Italia di Motociclismo, svoltosi nel periodo 15-17 Maggio c.a. Questo Gran Premio risulta, per l'autodromo del Mugello, l'evento di maggiore risonanza del nutrito calendario annuale in quanto richiama un elevato numero di appassionati (circa 50000 persone) e costituisce altresì una delle attività motoristiche maggiormente rumorose insieme alle prove tecniche di alcune vetture di F1 [vedi nell'*allegato 1* il calendario annuale delle attività ].

Durante la tre giorni del gran premio motociclistico si sono svolte prove libere, prove cronometrate e gare delle cilindrate 125, 250 e 500 cc per un impiego giornaliero medio del circuito di circa 7 ore.

## **2.2 Imola**

L'autodromo, avente lunghezza di circa 5000 m, si trova all'interno della città di Imola in una porzione del territorio comunale fortemente urbanizzata. Il circuito interessa un'area molto estesa

che comprende anche un parco pubblico “Parco Acque Minerali” e dei campi sportivi di calcio e di tennis [vedi *planimetria 2*].

La propagazione del rumore all'esterno è favorita dalla particolare conformazione orografica del territorio circostante, gran parte della pista si sviluppa infatti in piano, soprattutto la zona dei box e la tribuna centrale, e la presenza di una fascia boscata attorno alla sede stradale del circuito non rappresenta una sufficiente protezione e schermatura al rumore generato all'interno dell'autodromo. Solo nella parte a sud del circuito, la zona delle Acque minerali, in cui la pista si snoda in un basso rilievo, l'emissione rumorosa all'esterno dell'autodromo risulta più limitata per via di un naturale contenimento del rumore offerto dal contesto territoriale esterno al sedime dell'autodromo.

La zona nord esterna al perimetro dell'autodromo, che risulta densamente abitata (viale Graziadei), rappresenta quella più soggetta al fonoinquinamento ambientale a causa dell'elevato rumore ambientale dovuto alle attività motoristiche ed anche per il rumore generato dalla circolazione dei veicoli nella medesima direttrice stradale.

La campagna di misure ha avuto luogo nei giorni 24-25-26 aprile c.a. durante lo svolgimento del Gran Premio di F1 di San Marino, l'evento motoristico senza dubbio di maggior richiamo per l'autodromo in oggetto visto soprattutto l'elevatissimo numero di appassionati che convergono nel circuito nella tre giorni del Gran Premio (circa 120.000 persone)

Inoltre, anche l'emissione rumorosa dovuta alla competizione delle vetture di F1 risulta sicuramente la più alta tra quelle prodotte da tutte le manifestazioni che si svolgono sulla pista [vedi nell'*allegato 2* il calendario annuale delle attività ].

Nella tre giorni del Gran Premio di F1 si sono succedute prove libere, prove cronometrate e naturalmente la gara delle vetture di F1; inoltre, si sono svolte in maniera complementare prove e gara di F3000 per un impiego medio giornaliero del circuito di circa 6 ore.

### **2.3 Vallelunga**

L'autodromo si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 3200 m nel territorio di Campagnano Romano in una porzione di territorio ad uso agricolo, scarsamente vegetato e anche poco antropizzato [vedi *planimetria 3*].

La conformazione del terreno estremamente pianeggiante e privo di vegetazione arborea consente una ottima visuale di gran parte della pista da qualsiasi posizione. Il sedime dell'autodromo risulta estremamente ridotto a causa del limitato spazio esistente tra la pista e la recinzione dell'autodromo,



alle dimensioni contenute del paddock, delle tribune e degli altri spazi preposti all'accoglienza degli spettatori.

Gli ampi spazi intorno al circuito e l'assenza di protezioni di qualsivoglia natura, agevolano la propagazione del rumore, spesso amplificata dalle condizioni atmosferiche.

Esternamente al perimetro del circuito sorgono dei ricettori isolati a distanza variabile da 200 a 400 m in direzione sud, est e ovest, che risentono, più o meno, delle emissioni acustiche generate dalle attività del circuito, non esistono altre sorgenti di rumore significative oltre l'Autodromo.

Le rilevazioni acustiche sono state effettuate in occasione di due diverse manifestazioni motoristiche di una certa rilevanza nazionale, il Gran Premio Campagnano del 28-29 Marzo c.a., che prevedeva la partecipazione di vetture di F3, F3 federale, autostoriche, e il Ducati day del 18-19 Aprile c.a. in cui gareggiavano motoveicoli di varia cilindrata e sidecar [vedi nell'*allegato 3* il calendario annuale delle attività].

Per entrambe le manifestazioni si è avuta una limitata partecipazione di pubblico durante le prove libere e cronometrate, mentre in occasione delle gare domenicali si è raggiunta la punta delle 3000-4000 unità.

## **2.4 Monza**

L'autodromo ha una lunghezza complessiva di circa 5800 m, si trova nel territorio del Comune di Monza ma confina con i Comuni di Biassono, Villasanta e Veduggio al Lambro [vedi *planimetria 4*]. Tutta la pista è inserita in un parco secolare che rappresenta il parco cittadino recintato più grande d'Europa; in più punti, comunque, il circuito è sufficientemente vicino ad abitazioni ed è a breve distanza da strade cittadine ad intenso traffico veicolare separato soltanto dal muro di cinta del perimetro del parco.

I rilievi da parte ANPA sono stati effettuati durante il GP di F1 del 1997, i PMIP di Monza e Milano, con cui l'Agenzia ha collaborato, hanno eseguito misurazioni sistematiche per tutto l'anno.

Nell'Autodromo si svolgono numerose manifestazioni che comprendono, oltre al Gran Premio di F1 che ne è la più significativa, anche prove di vetture di F1 nonché gare automobilistiche e motoristiche di vario genere (vedi calendario delle attività in *allegato 4*) per un impegno complessivo della struttura di circa 200 giorni l'anno.

### **3. METODOLOGIA DI MISURA**

#### **3.1 Generalità**

Le misure acustiche sono state effettuate in quelle posizioni ritenute maggiormente significative ai fini della valutazione dei livelli di immissione del rumore generato dalle attività motoristiche del circuito, generalmente in corrispondenza di ricettori maggiormente esposti oppure lungo definite direzioni a distanze progressivamente crescenti. In alcuni casi si sono eseguite delle misure all'interno di abitazioni scelte nell'intorno dell'autodromo per avere un'idea della rumorosità esistente in ambiente abitativo a causa delle attività motoristiche.

Per l'individuazione del punto di misura si è tenuto conto delle condizioni meteorologiche (presenza di vento spirante in una certa direzione) che possono favorire o meno la propagazione di rumore dall'autodromo a grande distanza sfruttando certe particolari caratteristiche orografiche del territorio.

Si è scelto di effettuare opportune misure di breve e di lungo periodo compatibilmente con gli strumenti di volta in volta a disposizione, le prime per una durata di circa 10-15 minuti all'interno e all'esterno del sedime dell'autodromo, le seconde per circa 6-8 ore (corrispondenti alla durata delle manifestazioni) in posizioni esterne al perimetro del circuito.

Il microfono della catena fonometrica è stato orientato verso la sorgente di rumore e posto nella posizione migliore per il rilevamento delle emissioni acustiche provenienti dall'autodromo al fine di minimizzare le riflessioni in facciata, per ridurre la schermatura acustica da parte di specie arboree presenti in loco, sempre in accordo con il D.M. 16-3-1998 sulle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

Tutte le diverse postazioni di misura sono indicate nelle cartine allegate relative al territorio attorno agli autodromi.

#### **3.2 Mugello**

La campagna di misure è stata eseguita in collaborazione con alcuni colleghi dell'ARPA Toscana, con i quali si sono individuati i siti di misura ove posizionare la strumentazione fonometrica per il rilevamento delle emissioni sonore.

I rilievi di breve periodo sono stati compiuti rispettivamente:

- 1) a Colle Serpentara, in prossimità di un villino, ad una distanza di circa 400 m dalla pista dell'autodromo, dal quale non era visibile il circuito, separato da un rilievo collinare, ma era comunque percepibile il rumore di origine motoristica;

- 2) in una postazione interna al sedime, ad una distanza di circa 100 m dalla pista (curva “arrabbiata 1”) in un punto leggermente sopraelevato rispetto ad essa. Quest’ultima misurazione è stata effettuata in presenza di vento sostenuto proveniente dalla pista di circa 3-4 m/s che ha favorito la propagazione del rumore verso l’esterno.

Le misure di lungo periodo sono state eseguite in due punti posti ad una certa distanza dal circuito, ma pur sempre esposti all’immissione di rumore dall’autodromo:

- 1) sulla Torre dei Vicari, al centro di Scarperia, in un manufatto di circa 70 m di altezza, distante circa 900 m dal circuito. Tale misura fornisce un’indicazione del rumore percepito nel centro del paese;
- 2) in una villetta sita nel comune di Scarperia, posizionata ad una distanza di circa 700 m dall’autodromo in una zona isolata, in aperta campagna non influenzata da altre sorgenti di rumore;
- 3) a Podere Mirabello, in direzione sud-ovest, dal lato della curva “arrabbiata 2” a circa 350 m. di distanza, sempre in una posizione da cui risulta direttamente visibile il tracciato della pista.
- 4) a Poggio Savelli, in direzione sud-est a 350 m. dalla curva “arrabbiata 1”, in un punto da cui è visibile il circuito;

In queste due ultime postazioni di misura sono stati effettuati anche dei rilievi acustici all’interno delle abitazioni a finestre aperte e a finestre chiuse.

### **3.3 Imola**

La campagna di misure acustiche effettuate in occasione del Gran Premio di Formula 1 è stata condotta in collaborazione con i colleghi dell’ARPAER di Imola, di Bologna, di Reggio Emilia, con i quali si sono concordate varie postazioni di misura per rilievi di breve e di lungo periodo.

Le postazioni relative alle misure di lungo periodo sono state fissate in corrispondenza di tre ricettori esterni all’autodromo: il primo è il Palazzetto dello Sport comunale di viale A. Graziadei sito ad appena 200 m dalla pista (lato box); il secondo è rappresentato da una centralina fissa sita in via L. Pirandello a distanza di circa 1 Km dalla pista, utilizzata già dall’ARPAER di Imola per i rilievi atmosferici della zona ed il terzo è il Palazzo Comunale, sito in via Emilia, al centro della città ad una distanza di 1000 m dal circuito.

Le misurazioni di breve periodo sono state invece realizzate in punti generici  $P_i$ , posti a distanze variabili dalla pista e in particolare lungo due direttrici in corrispondenza della curva Tosa e della curva Rivazza. I punti di misura relativi alla prima curva, definiti come Tosa A, B e C, sono

posizionati a 200, 500 e 1000 m dal punto della pista suddetto quelli relativi alla seconda curva Rivazza A, B, C e D, si trovano a distanza di 200, 400, 700 e 900 m dalla curva stessa.

Nel giorno della gara sono stati eseguiti anche dei rilievi all'esterno dell'autodromo in corrispondenza del tratto di pista denominato "variante alta" a 100 m di distanza.

Infine è stata effettuata una misurazione di lungo periodo all'interno di un casolare sito in corrispondenza della variante alta del circuito, a circa 200 m di distanza, nella situazione a finestre aperte.

### **3.4 Vallelunga**

Le misure del rumore derivante dall'attività dell'autodromo sono state eseguite con l'ausilio dei tecnici del PMP di Roma e della Provincia di Roma nel corso di due differenti manifestazioni motoristiche: la prima in cui gareggiavano vetture di Formula 3, Formula 3 Federale e Autostoriche; la seconda destinata a gare di motoveicoli di varia categoria, da 900 cc a 50 cc ed anche sidecar.

Le postazioni di misura sono state definite in cinque diversi siti, posizionati tutti intorno al circuito in corrispondenza di alcuni edifici limitrofi.

Le misure di lungo periodo sono state effettuate in prossimità del Drive Park Hotel, confinante con la strada provinciale di Campagnano e distante 200 m dalla pista, direzione sud.

Le misure di breve periodo hanno avuto invece luogo in altri quattro punti :

- 1) in prossimità di un casolare, posto a circa 300 m dal circuito, direzione nord;
- 2) di fronte ad un edificio a due piani (casa gialla) posto dietro le tribune, a 100 m di distanza dalla pista, direzione ovest;
- 3) davanti una villa posta in posizione sopraelevata rispetto al circuito a circa 200 m di distanza, direzione sud-ovest;
- 4) davanti un casolare posto sopra un leggero rilievo, distante 350 m dalla pista, direzione est.

### **3.5 Monza**

Sono state eseguite misure sistematiche su tutta la giornata con postazioni mobili in tre siti di misura, situati nel Comune di Biassono in prossimità di ricettori sensibili.

Il primo punto, si trova in via S.Maria delle Selve, ad una distanza di circa 300 m dal circuito da cui è separato anche da una fascia boscata ma è anche su uno dei percorsi di accesso all'autodromo, che risulta particolarmente affollato in occasione della gara più importante dell'anno, il Gran Premio d'Italia di F1.

Gli altri due punti di misura, quello di via Brunelleschi e quello di via Parco, sono distanti 200 e 100 m circa dalla pista e risentono della presenza di alcune direttrici stradali particolarmente trafficate.

I rilievi fonometrici, oltre che nel periodo del Gran Premio di F1 alla presenza anche dell'ANPA, sono stati condotti dai PMIP durante tutto l'anno con struttura impegnata da manifestazioni e non.

#### **4. PARAMETRI RILEVATI**

##### **4.1 Strumentazione di misura**

Lo strumento utilizzato per le misure del rumore, il fonometro integratore, rileva istante per istante la pressione acustica in corrispondenza del microfono quindi, attraverso successive elaborazioni, fornisce il valore delle grandezze acustiche impostate per un prefissato tempo di misura.

Il settore Laboratorio di Acustica dell'ANPA per i rilievi di rumore ha utilizzato diversi strumenti fonometrici, tutti di classe 1 secondo gli standard EN 60651 e EN 60804:

1. Fonometro integratore Larson & Davis 2900;
2. Fonometro integratore Symphonie della 01dB;
3. Fonometri tascabili "dosimetri" Larson & Davis 805.

Le diverse amministrazioni, che di volta in volta hanno collaborato con l'ANPA per le misurazioni, hanno messo a disposizione la seguente strumentazione, anch'essa tutta di classe 1 in accordo con le norme EN sopracitate :

MUGELLO: Fonometri integratori Bruel & Kjaer 2231 e 2236, Larson & Davis 870 (ARPAT);

IMOLA: Fonometri integratori Bruel & Kjaer 2231 e n.1 SIP95 della 01dB (ARPAER);

VALLELUNGA: Fonometri integratori Larson & Davis 2800 e 2900 (PMP Roma);

Fonometro integratore Cel 275 installato in un mezzo mobile (Provincia di Roma);

MONZA: Fonometri integratori Larson & Davis n.2 mod.820 e n.2 mod.870, n.1 Fonometro integratore Bruel & Kjaer 2231 (PMIP Monza e PMIP Milano).

Inoltre, la fase di elaborazione dei dati acustici registrati ha comportato l'utilizzo di alcuni software applicativi legati allo strumenti di misura impiegato ; in particolare sono stati utilizzati il software Noise-Work della Spectra per i rilievi acustici effettuati con l'LD 2900 ed il programma DB Trait contenuto nel pacchetto applicativo 01dB per i dati acquisiti con il Symphonie ed il SIP95.

## 4.2 Grandezze acustiche misurate

La campagna di misure acustiche ha previsto per ogni sito prescelto la determinazione del  $LeqA$  (livello sonoro continuo equivalente ponderato A) in accordo con il D.M. 16-3-1998, delle grandezze  $L_{AI\ max}$ ,  $L_{AS\ max}$ ,  $L_{AF\ max}$  (livello sonoro massimo ponderato A con costanti di tempo “impulse”, “slow” e “fast”) necessarie per il riconoscimento di eventi sonori impulsivi nonché dello *spettro dei livelli sonori minimi* in bande di 1/3 d’ottava utile per il riconoscimento di eventuali componenti tonali di rumore.

Le rilevazioni del  $LeqA$  sono stati eseguite nel breve e nel lungo periodo.

Le misure di breve periodo, 15 minuti circa, hanno consentito di conoscere velocemente i dati significativi del fenomeno acustico, potendo controllare gli altri fattori ambientali in grado di influire sul valore registrato. Inoltre, esse hanno consentito di acquisire informazioni per diversi punti sul territorio grazie alla praticità e facilità di utilizzo e di spostamento degli strumenti di misura.

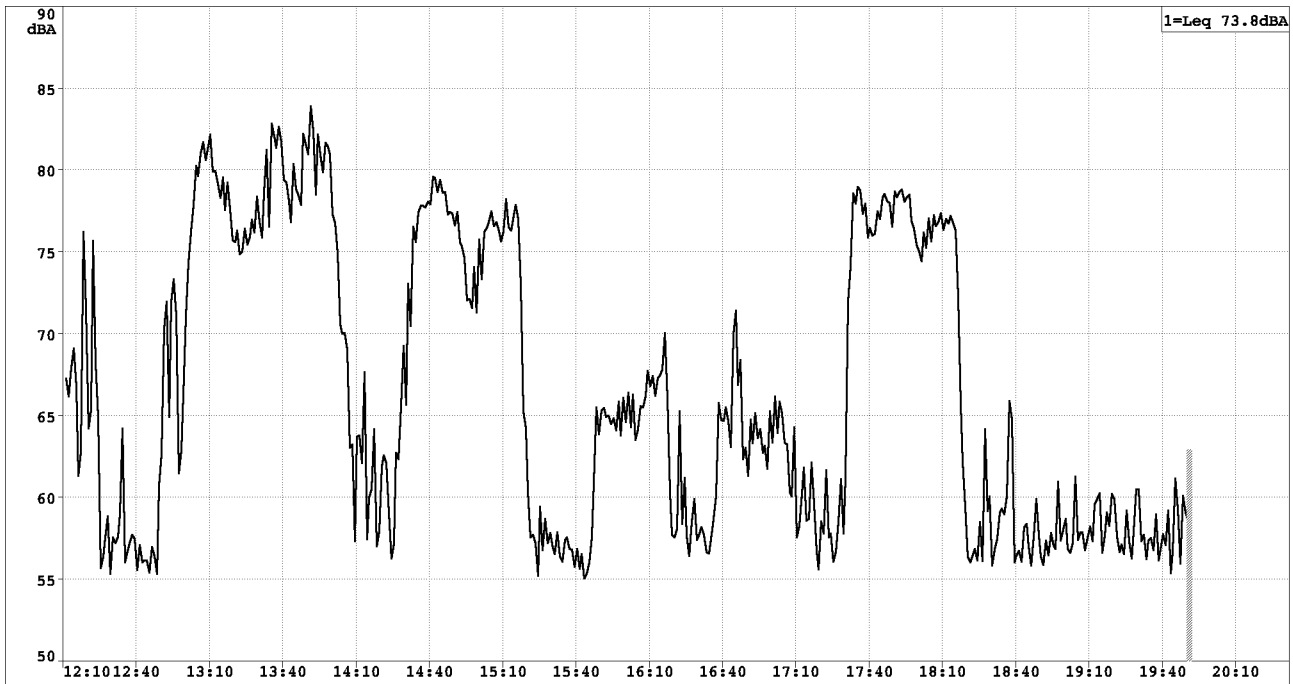
Le misure di lungo periodo (6-8 ore), rilevando tutti i parametri acustici di interesse sopradetti, hanno permesso di valutare l’impatto acustico dell’attività motoristica in posizioni opportune, per un periodo temporale sufficientemente ampio, generalmente coincidente con la durata delle manifestazioni, nonché di ricavare, in fase di post-elaborazione dei risultati, i dati acustici relativi a periodi ridotti generalmente coincidenti con le singole gare o singole prove.

Inoltre l’uso dei dosimetri, collocati a bordo pista in alcune significative posizioni del circuito, ha consentito di registrare i livelli di rumore emesso dalla specifica sorgente sonora ovvero relativi alla particolare attività motoristica. Tali valori sono utili all’individuazione delle sorgenti più rumorose, ovvero delle categorie di vetture o moto maggiormente inquinanti tra quelle circolanti sulla pista durante le diverse manifestazioni.

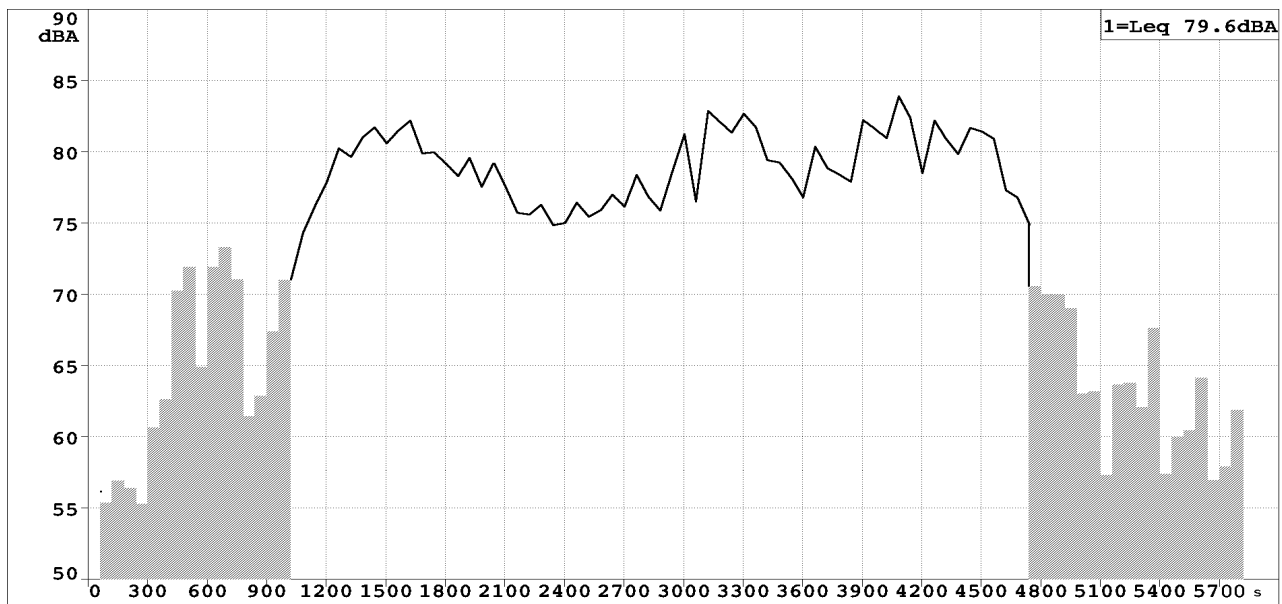
I dati acustici registrati sono stati acquisiti in condizioni meteorologiche adeguate, in accordo con l’allegato B del D.M. 16-3-1998, quindi in assenza di precipitazioni, di nebbia e/o neve, con vento non superiore a 5 m/s. Nell’elaborazione dei dati (vedi nell’*allegato 5* la tabella riassuntiva delle misure) è stata anche segnalata la presenza di vento durante le misure, con l’indicazione della direzione (vento spirante dal microfono alla sorgente “sopravento” o viceversa “sottovento”) e dell’intensità (vento leggero: 1-2 m/s; moderato 2-3 m/s; sostenuto 3-4 m/s; molto sostenuto 4-5 m/s).

## 5. RISULTATI

In occasione di una manifestazione motoristica l'autodromo viene generalmente impegnato per un certo numero di ore della giornata (6-8 ore) nelle quali si succedono le prove, le gare, le competizioni secondarie. La discontinuità delle attività che si svolgono nel circuito determina una continua oscillazione dei valori dei livelli di rumore, evidenziata nell'esempio del grafico seguente (fig. 1).



**Figura 1** - Time history del Leq per un periodo di misura di 7 ore durante le prove libere di un Gran premio di F1. Conseguenza importante è che al livello di rumore registrato va attribuito diverso significato in funzione del tempo di misura. Se viene scelto un tempo di misura relativamente breve all'interno del periodo di attività dell'autodromo è possibile riscontrare un valore del Leq elevato, mentre se consideriamo un arco temporale più ampio, ad esempio 7-8 ore, ricaviamo dei valori più bassi e maggiormente rappresentativi del reale impatto acustico di tali attività. Il confronto tra i valori del Leq relativi ad un'intera giornata di prove durante il Gran Premio di F1 di Imola (fig. 1) e quelli relativi all'ora di prove (13.00-14.00) dello stesso giorno (fig.2) conferma questa considerazione.



**Figura 2** - Time history del Leq per un periodo di misura di 1 ora (dalle 13 alle 14) durante le prove libere del Gran premio di F1

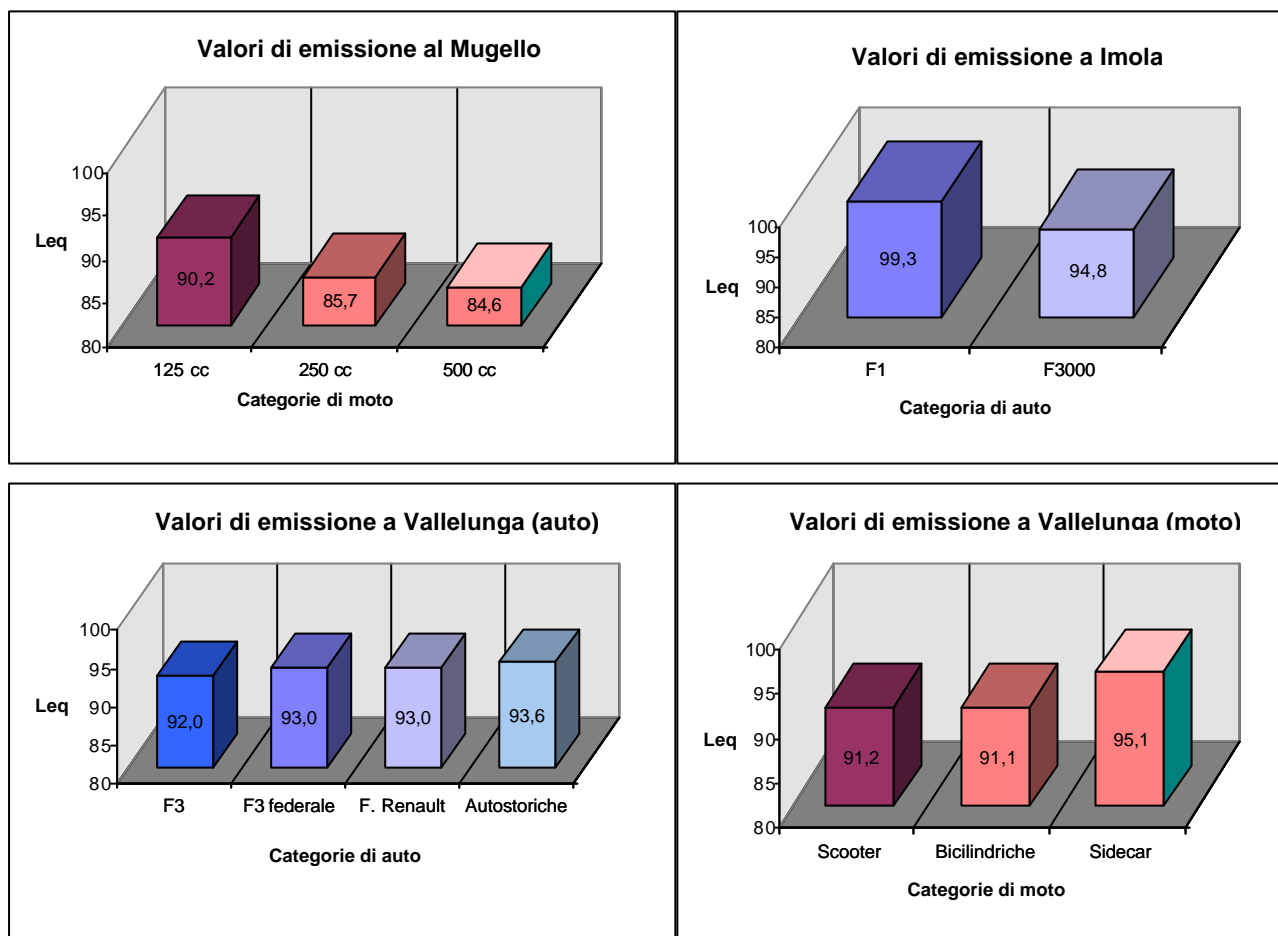
Compatibilmente con il numero e la tipologia di strumentazione fonometrica a disposizione, si è scelto di privilegiare rilievi di lungo periodo che permettono di quantificare il livello di rumore a cui è esposto un generico ricettore almeno per l'intero periodo di durata delle attività motoristiche all'interno dell'autodromo.

I dati delle misure acustiche eseguite all'esterno dell'autodromo in occasione delle manifestazioni motoristiche forniscono indicazioni sui valori di immissione del rumore sul territorio esterno al sedime, senza comunque entrare in merito alle caratteristiche delle sorgenti di rumore, cioè delle vetture o dei motoveicoli circolanti sulla pista dell'autodromo.

Si è voluto quindi approfondire tale aspetto eseguendo delle misure acustiche a bordo pista al fine di ricavare le caratteristiche di emissione delle specifiche sorgenti nonché il contenuto spettrale del rumore prodotto dalle diverse vetture presenti in pista.

In fig.3 sono illustrati i livelli sonori rilevati a bordo pista nei diversi autodromi esaminati.

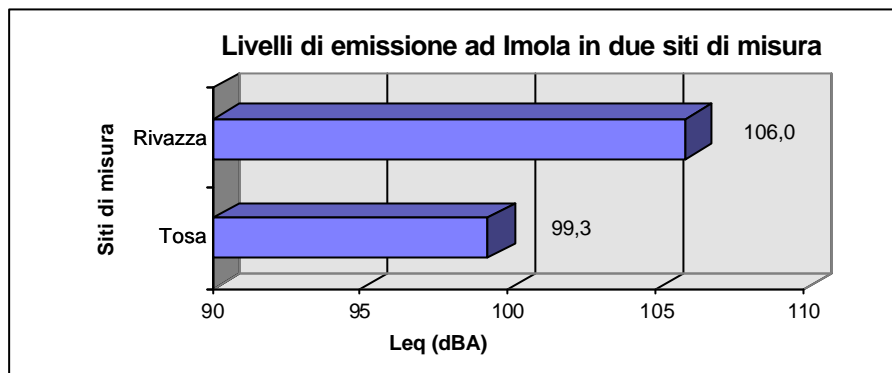




**Figura 3 -** Livelli sonori rilevati a bordo pista nei diversi autodromi

Il valore riportato in figura rappresenta il livello sonoro equivalente (LeqA) relativo ad un particolare evento motoristico, calcolato per l'intera durata del periodo di emissione. Occorre sottolineare che ogni dato illustrato nel singolo grafico è confrontabile con gli altri dati presenti, essi infatti sono stati ricavati mediante rilievi acustici di eguale durata (45 minuti per le gare motociclistiche del Mugello, 90 minuti per le gare automobilistiche di Imola, 30 minuti per le gare motociclistiche di Vallelunga, 40 minuti per le gare automobilistiche di Vallelunga), in corrispondenza della medesima posizione di misura del circuito. Tale elaborazione fornisce indicazioni utili solo per individuare le categorie di auto o moto più rumorose tra quelle circolanti nell'autodromo, mentre non permette di comparare le emissioni acustiche prodotte nei diversi autodromi. Infatti, il livello di rumore acquisito in una pista risente oltre che del tempo di misura, corrispondente al periodo di emissione della sorgente sonora (come evidenziato in precedenza) e della distanza del punto dalla pista soprattutto delle caratteristiche del tracciato; la scelta di una postazione di misura in curva o in rettilineo, in un tratto pianeggiante oppure in salita, incide infatti in maniera considerevole sull'emissione acustica prodotta dal medesimo veicolo da corsa.

Significative a tal riguardo risultano le misurazioni effettuate in occasione del Gran Premio di F1 a Imola in due diversi siti posizionati a bordo pista (fig. 4).



**Figura 4-** Livelli di emissione ad Imola in due differenti punti di misura (curva Rivazza e curva Tosa)

Il primo punto si trovava in corrispondenza della curva Rivazza, in un tratto in leggera discesa, in uscita da un'ampia curva; qui le vetture di F1 sono in fase di accelerazione e le emissioni sonore risultano particolarmente elevate (106 dBA). Il secondo punto invece era posizionato all'ingresso della curva Tosa; in tale situazione, le vetture, per affrontare la curva abbastanza stretta, decelerano e quindi le emissioni acustiche risultano meno elevate.

I rilievi di rumore devono generalmente fornire informazioni quantitative sui livelli sonori generati dalle sorgenti ma anche informazioni di tipo qualitativo che conducono ad una caratterizzazione efficace di esse. A tal riguardo il D.M. 16-3-1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" ha assegnato dei fattori correttivi da applicare ai livelli di rumore acquisiti direttamente con la misura, per tener conto della presenza di componenti impulsive, tonali e in bassa frequenza.

Nella nostra indagine il riconoscimento delle componenti impulsive, tonali e di bassa frequenza è stato attuato utilizzando la procedura indicata nel D.M. citato, in fase di post-elaborazione delle misure e ne ha escluso la presenza [vedi *allegato 6*].

Le successive tabelle 1÷4 mostrano, per i diversi circuiti e relativamente ad ogni postazione per misure di lungo periodo, sia i livelli di rumore ( $Leq_A$ ) relativi soltanto alla durata della manifestazione in pista (generalmente circa 7 ore) sia quelli per l'intero periodo diurno (6.00 - 22.00), rapportati alla stessa giornata di misura. Ciò consente di stimare, in prossimità del sito di misura, l'esposizione giornaliera al rumore nel periodo diurno, il cui contributo principale è dovuto all'attività motoristica dell'autodromo.

Tab.1 - MUGELLO

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale (circa 7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Gare moto 125, 250, 500 cc</b>	<b>1</b>	700 m	SO	+ 18 m	63,5 dBA	≅ 60 dBA
<sup>2</sup>	<b>2</b>	1000 m	O	+ 70 m	67,6 dBA	≅ 64 dBA
<sup>2</sup>	<b>3</b>	350 m	SE	+ 30 m	72,2 dBA	≅ 69 dBA
<sup>2</sup>	<b>4</b>	350 m	SO	+ 7 m	70,0 dBA	≅ 67 dBA

Tab.2 - IMOLA

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale* (circa 7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Prove F1/ Gara F3000</b>	<b>1</b>	200 m	N	+ 10 m	74,9 dBA	≅ 72 dBA
<sup>2</sup>	<b>2</b>	1000 m	O	+ 3 m	66,6 dBA	≅ 64 dBA

Tab.3 - VALLELUNGA

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale (circa 7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Prove moto varie cilindrate</b>	<b>1</b>	200 m	S	+ 2 m	60,0 dBA	≅ 57 dBA
<b>Prove F3, F3 federale, autostoriche</b>	<b>1</b>	200 m	S	+ 8 m	71,0 dBA	≅ 64 dBA

Tab.4 - MONZA

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale* (circa 7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Prove e Gara F1</b>	<b>1</b>	100 m	N	+ 3 m	79,1 ÷ 82,6 dBA	75,6 ÷ 79,1 dBA
<sup>2</sup>	<b>2</b>	200 m	NO	+ 5 m	75,1 ÷ 78,8 dBA	71,8 ÷ 75,4 dBA
<sup>2</sup>	<b>3</b>	300 m	O	+ 13 m	70,9 ÷ 75,6 dBA	68,4 ÷ 72,6 dBA

\* relativo alla durata giornaliera della manifestazione sportiva che comprende generalmente altri eventi

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività sportiva legata a gare motoristiche è indubbiamente e inevitabilmente "rumorosa", in particolare quando sono coinvolte le vetture di Formula 1 che non prevedono sistemi di silenziamento. Di contro, è parimenti innegabile che le gare delle vetture di F1 o il motomondiale hanno un notevole rilievo internazionale ed una significativa importanza socio-economica, soprattutto per i Comuni che ospitano tali manifestazioni.

Queste considerazioni spingono sulla necessità di elaborare una normativa oltremodo equilibrata che riesca a contemperare entrambe le esigenze.

A tal proposito, nel corso della campagna di misure sono state anche effettuate delle brevi interviste, sia alla popolazione che risiede nei dintorni degli autodromi che agli amministratori locali, al fine di conoscere la sensibilità dei cittadini in merito al disturbo conseguente alle emissioni sonore prodotte dalle attività motoristiche, mettendo in risalto che attualmente il problema è avvertito a Imola ed al Mugello, in misura minore a Vallelunga mentre notevoli proteste da parte di comitati di cittadini si manifestano continuamente a Monza.

La legge quadro, all'art.11, impone la predisposizione di uno specifico Regolamento di esecuzione relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dagli autodromi e dalle piste motoristiche di prova, pertanto, l'indagine presso i diversi autodromi, come detto in altra parte del documento, aveva lo scopo di fornire al legislatore elementi di conoscenza relativamente all'impatto acustico di tali infrastrutture così da procedere ad una regolamentazione della materia. Con tali presupposti si è svolta tutta l'attività conoscitiva, cercando di mettere in risalto gli aspetti di maggiore rilievo per una eventuale normativa specifica.

L'analisi dei dati e delle informazioni raccolte permette, quindi, di evidenziare quanto riportato nel seguito.

L'attività di un autodromo non si esaurisce con l'evento "gara" che, considerando anche le relative prove, non dura più di quattro giorni per ogni singola manifestazione; il circuito è, infatti, impegnato tra i 200 e i 300 giorni l'anno in attività sportive "minori" o per utilizzo da parte di terzi per prove auto, scuola piloti, o altro. Appare quindi logico e coerente con lo spirito e le finalità della legge 447/95 assimilare questa attività degli autodromi, definiamola di "routine", ad una normale attività produttiva e quindi soggetta ai limiti e alle metodologie di misura oggetto di appositi decreti già emanati. Si ritiene a tal proposito un inutile aggravio di costi ricorrere a tecniche di misura alternative a quelle del D.M. 16-3-1998 senza portare ad alcun beneficio in termini di conoscenza del fenomeno acustico.

Di conseguenza, ciò comporta che l'Amministrazione comunale tenga conto della presenza di tali attività al momento della classificazione acustica del territorio. Infatti, all'individuazione di una zona acustica consegue necessariamente il rispetto dei limiti da parte del gestore e l'eventuale adozione di interventi di risanamento, nel rispetto dello spirito della legge 447/95 che mira ad un miglioramento generalizzato, nel tempo, del clima acustico nel nostro paese.

Sulla base di quanto sopra, una eventuale norma potrebbe invece prevedere una regolamentazione particolare delle situazioni che hanno il maggiore impatto sull'ambiente circostante, ovvero gare (con relative prove) di vetture di F1, Formula 3000, motomondiale o assimilabili. Una soluzione potrebbe essere quella di stabilire un numero massimo di giorni per i quali può essere concessa la "deroga" (provvedimento già previsto dalla legge quadro all'art.6 comma 1 lett.h), lasciando pertanto grande flessibilità alle Amministrazioni che potranno valutare, sulla base delle specificità dell'ambiente locale e della sensibilità dei cittadini, la concessione di autorizzazioni stabilendo i valori di deroga, gli orari o altre prescrizioni ritenute opportune, e anche le limitazioni per possibili manifestazioni notturne.

Appare comunque necessario stabilire un periodo entro il quale il gestore dell'impianto dovrà realizzare le eventuali misure di risanamento, anche di tipo passivo, magari con decorrenza dalla zonizzazione acustica comunale, ciò vale soprattutto per le attività di "routine".

Lo studio contenuto nel presente rapporto ha esaminato 4 circuiti destinati a gare o prove di auto e moto di diversa importanza nazionale e internazionale; non sono state effettuate misurazioni dirette su impianti adibiti a gare di go-kart, motocross, ecc., poiché si è ritenuto che quanto rilevato per le situazioni illustrate potesse "contenere" quei casi con minore impatto da rumore rappresentati appunto da crossodromi o kartodromi. Una relazione tecnica elaborata dalla ASL n.3 di Norcia, in possesso dell'ANPA e relativa ad una serie di misurazioni eseguite nei dintorni di un kartodromo situato in Umbria, appare supportare appunto queste valutazioni. E' evidente, comunque, che anche da tali impianti debbano essere rispettate le norme esistenti, mentre per i nuovi insediamenti è necessario prevedere una valutazione di impatto acustico al momento della richiesta dell'autorizzazione.

*(i dati relativi all'Autodromo di Monza sono tratti dalla relazione della Commissione tecnica nominata dal Sindaco di Monza datata 15 dicembre 1997)*

## **ALLEGATO 5**

### **RILIEVI FONOMETRICI**

## CAMPAGNA DI MISURE ACUSTICHE NEGLI AUTODROMI

MUGELLO

CAMPIONATO MONDIALE DI MOTOCICLISMO 15-17 MAGGIO 1998

### POSTAZIONI ALL'ESTERNO

#### MISURE DI BREVE PERIODO

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
1-Villa Serpentara (d=400 m)	Prove 500 cc	16/5	14,00	64,6	no
	Prove 250 cc	16/5	15,15	78,7	sostenuto (sottovento)
2-Interno autodromo (d=150-200 m)	Prove 500 cc	16/5	14,45	83,7	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	16/5	15,15	78,7	sostenuto (sottovento)

#### MISURE DI LUNGO PERIODO

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
3-Torre dei Vicari (d=900-1000 m)	Prove 125/250/500 cc	16/5	9,00-16,15	63,7	-
	Gare 125/250/500 cc	17/5	9,00-15,40	67,6	-
	Gara 125 cc	17/5	11,15-12,00	70,2	-
	Gara 250 cc	17/5	13,30-14,15	62,0	-
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	62,7	-
4-Villa Amerighi (d=700-800 m)	Gare 125/250/500 cc	17/5	9,00-15,40	63,3	-
	Gara 125 cc	17/5	11,15-12,00	63,9	-
	Gara 250 cc	17/5	13,30-14,15	65,6	-
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	66,0	-

5-Podere Mirabello (d=350 m)	Prove 125/250/500 cc	15/5	9,00-16,15	68,4	sostenuto (sottovento)
	Prove 125/250/500 cc	16/5	9,00-16,15	69,4	sostenuto (sottovento)
	Gare 125/250/500 cc	17/5	9,00-15,40	70,0	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	15/5	9,00 - 9,45	68,8	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	15/5	13,00 - 13,45	68,3	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	16/5	9,00 - 9,45	69,6	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	16/5	13,00 - 13,45	68,3	sostenuto (sottovento)
	Gara 125 cc	17/5	11,15-12,00	73,5	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	15/5	11,15-12,15	67,9	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	15/5	15,15-16,15	69,1	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	16/5	11,15-12,15	69,7	molto sosten.(sottovento)
	Prove 250 cc	16/5	15,15-16,15	69,7	molto sosten.(sottovento)
	Gara 250 cc	17/5	13,30-14,15	73,2	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	15/5	10,00-11,00	70,5	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	15/5	14,00 -15,00	70,9	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	16/5	10,00-11,00	71,8	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	16/5	14,00 -15,00	72,9	molto sosten.(sottovento)



6-Poggio Savelli (d=350 m)	Prove 125/250/500 cc	15/5	9,00-16,15	71,6	sostenuto (sottovento)
	Prove 125/250/500 cc	16/5	9,00-16,15	72,2	sostenuto (sottovento)
	Gare 125/250/500 cc	17/5	9,00-15,40	72,2	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	15/5	9,00 - 9,45	72,3	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	15/5	13,00 - 13,45	72,5	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	16/5	9,00 - 9,45	72,8	sostenuto (sottovento)
	Prove 125 cc	16/5	13,00 - 13,45	72,5	sostenuto (sottovento)
	Gara 125 cc	17/5	11,15-12,00	73,5	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	15/5	11,15-12,15	72,4	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	15/5	15,15-16,15	72,4	sostenuto (sottovento)
	Prove 250 cc	16/5	11,15-12,15	73,5	molto sosten.(sottovento)
	Prove 250 cc	16/5	15,15-16,15	73,1	molto sosten.(sottovento)
	Gara 250 cc	17/5	13,30-14,15	73,2	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	15/5	10,00-11,00	72,1	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	15/5	14,00 -15,00	73,1	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	16/5	10,00-11,00	73,5	sostenuto (sottovento)
	Prove 500 cc	16/5	14,00 -15,00	74,1	molto sosten.(sottovento)
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	75,4	moderato (sottovento)

**MISURE BORDO  
PISTA**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq
A-Curva arrabbiata	Prove 125 cc	16/5	13,00-13,45	90,2
	Gare 125 cc	17/5	11,15-12,00	90,1
	Prove 250 cc	16/5	15,15-16,15	85,7
	Gare 250 cc	17/5	12,30-12,45	85,7
	Prove 500 cc	16/5	14,00-15,00	84,5
	Gare 500 cc	17/5	15,00-15,35	84,7

POSTAZIONI  
ALL'INTERNO DI  
ABITAZIONI

**MISURE DI BREVE  
PERIODO**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
<b>5- Podere Mirabello</b> (d=350 m) <i>Finestre aperte</i>	Gara 125 cc	17/5	11,30-11,45	68,0	-
	Gara 500 cc	17/5	15,15-15,30	69,8	-
	<i>Finestre chiuse</i>				
	Gara 125 cc	17/5	11,15-11,30	50,7	-
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	49,4	-
<b>6- Poggio Savelli</b> (d=350 m) <i>Finestre aperte</i>	Gara 125 cc	17/5	11,15-11,30	54,9	-
	Gara 250 cc	17/5	14,05-14,15	56,1	-
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	60,2	-
	<i>Finestre chiuse</i>				
	Gara 125 cc	17/5	11,15-11,30	37,6	-
	Gara 500 cc	17/5	15,00-15,45	40,1	-

POSTAZIONI  
ALL'ESTERNO

MISURE DI LUNGO  
PERIODO

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
1- Palazzo dello sport (d=200 m)	Prove F1 / F3000	24/4	12,10-19,10	74,2	-
	Prove F1 / Gara F3000	25/4	10,30-18,00	74,9	-
	Gara F1	26/4	11,00-16,30	78,7	-
	Prove F1	24/4	13,00-14,00	79,5	-
	Prove F1	25/4	13,00-14,00	77,4	-
	Gara F3000	25/4	15,00-16,15	77,7	-
	Gara F1	26/4	14,00-15,40	83,2	-
	2- Centralina Sara (d=1000 m)	Prove F1 / F3000	24/4	11,00-16,30	66,4
Prove F1 / Gara F3000		25/4	10,30-18,30	66,6	-
Gara F1		26/4	10,30-16,00	69,9	-
Prove F1		24/4	13,00-14,00	66,9	-
Prove F1		25/4	13,00-14,00	65,6	-
Gara F3000		25/4	15,00-16,15	67,7	-
Gara F1		26/4	14,00-15,40	70,5	-
12- Palazzo comunale (d=1000 m)	Prove F1 / F3000	24/4	9,00-17,00	63,5	-
	Prove F1 / Gara F3000	25/4	9,00-18,30	69,3	-
	Gara F1	26/4	9,00-16,00	67,7	-

	Prove F1	24/4	13,00-14,00	63,2	-
	Prove F1	25/4	13,00-14,00	68,3	-
	Gara F3000	25/4	15,00-16,30	66,2	-
	Gara F1	26/4	14,00-15,30	65,6	-

**MISURE DI BREVE  
PERIODO**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
3- Tosa A (d=200 m)	Prove F1	24/4	13,15-13,25	75,9	leggero (sottovento)
	Prove F1	24/4	13,30-13,40	78,8	leggero (sottovento)
	Prove F1	24/4	13,45-13,55	75,9	leggero (sottovento)
	Prove F1	25/4	10,15-10,30	80,4	-
	Gara F1	26/4	14,45-15,00	82,2	leggero
	Gara F3000	25/4	15,10-15,25	79,5	leggero
	Gara F3000	25/4	15,25-15,40	78,4	leggero
	Gara F3000	25/4	15,40-15,50	79,4	leggero
	Gara F3000	25/4	16,00-16,10	78,3	leggero
4- Tosa B (d=500 m)	Prove F1	24/4	13,15-13,30	72,5	-
	Prove F1	24/4	13,30-13,40	74,7	-
	Prove F1	24/4	13,45-13,55	72,3	-
	Prove F1	25/4	10,30-10,45	78,0	-
	Gara F1	26/4	14,25-14,40	76,2	no
	Gara F1	26/4	15,05-15,20	79,7	leggero (sottovento)
	Gara F3000	25/4	15,00-16,00	77,5	leggero (sottovento)

<b>5- Tosa C</b> (d=1000 m)	Prove F1	25/4	10,50-11,00	77,0	-
	Gara F3000	25/4	15,00-15,15	72,7	leggero (sottovento)
	Gara F3000	25/4	15,25-15,40	74,6	leggero (sottovento)
	Gara F3000	25/4	15,45-16,00	74,1	leggero (sottovento)
	Gara F1	26/4	14,00-14,15	82,2	leggero
	Gara F1	26/4	15,25-15,40	79,8	leggero
<b>6- Variante alta</b> (d=200 m)	Gara F1	26/4	14,20-14,35	75,1	leggero

<b>7- Rivazza A</b> (d=200 m)	Prove F1	24/4	13,15-13,25	76,9	-
	Prove F1	25/4	13,00-13,10	68,6	-
	Prove F1	25/4	13,10-13,40	75,3	-
	Prove F1	25/4	13,40-14,00	72,5	-
<b>8- Rivazza B</b> (d=400 m)	Prove F1	24/4	13,35-13,50	68,9	leggero
	Prove F1	25/4	13,10-13,25	67,5	leggero
	Prove F1	25/4	13,30-13,45	62,7	leggero
	Prove F1	25/4	13,45-14,00	60,7	leggero
<b>9- Rivazza C</b> (d=700 m)	Prove F1	25/4	13,10-13,25	61,5	leggero (sopravento)
	Prove F1	25/4	13,30-13,45	61,3	leggero (sopravento)
	Prove F1	25/4	13,45-14,00	59,3	leggero (sopravento)
<b>10- Rivazza D</b> (d=900 m)	Gara F1	26/4	13,55-14,10	65,7	leggero (sottovento)
	Gara F1	26/4	14,10-14,25	64,5	leggero (sottovento)
	Gara F1	26/4	14,25-14,40	63,9	leggero (sottovento)

**MISURE BORDO  
PISTA**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq
<b>A- Curva Tosa</b>	Prove F1	25/4	13,00-14,00	96,3
	Gara F3000	25/4	15,00-16,20	94,8
	Gara F1	26/4	14,00-15,40	99,3
<b>B- Curva Rivazza</b>	Prove F1	25/4	13,00-14,00	101,1
	Gara F3000	25/4	15,00-16,20	102,7
	Gara F1	26/4	14,00-15,40	106,0

**POSTAZIONI  
ALL'INTERNO DI  
ABITAZIONI**

**MISURE DI LUNGO  
PERIODO**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
<b>11- Casa variante alta</b> (d=200 m) <i>Finestre aperte</i>	Prove F1 / F3000	25/4	9,00-18,15	59,1	-
	Gara F1	26/4	9,30-15,40	59,7	-
	Prove F1	25/4	13,00-14,00	61,4	-
	Gara F3000	25/4	15,00-16,20	57,3	-
	Gara F1	26/4	14,00-15,40	63,5	-

VALLELUNGA

1 - GRAN PREMIO CAMPAGNANO - F3; F3 Federale; Autostoriche; F. Renault  
 2 - DUCATI DAY - Ducati 900; Suzuki 750/600; Supertwins; Sidecar; Scooter

POSTAZIONI  
ALL'ESTERNO

MISURE DI LUNGO  
PERIODO

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora	Leq	Vento
1- Drive park Hotel Terrazzo 3° piano (d=200 m)	1 - Prove F3, F3 Fed., .	28/3 11,00-12,00	67,0	no
	Prove F3, F3 Fed., ..	28/3 14,00-16,30	71,0	no
	Gare F3, F3 Fed., ..	29/3 8,45-11,15	69,0	no
	Gare F3, F3 Fed., ..	29/3 14,00-16,30	63,0	no
	Prove F3 Federale	28/3 14,00-14,30	74,2	moderato (sottovento)
	Gara F3 Federale	29/3 11,00-11,40	69,0	moderato (sottovento)
	Prove F3	28/3 15,45-16,15	65,4	moderato (sottovento)
	Prove F3	29/3 8,45-9,00	73,2	no
	Gara F3	29/3 15,00-15,50	62,9	moderato (sottovento)
	Prove Autostoriche	28/3 11,30-12,00	64,0	leggero (sottovento)
	Prove Autostoriche	28/3 14,45-15,30	71,6	moderato (sottovento)
	Gara Autostoriche	29/3 10,00-10,45	63,9	no
	Gara Autostoriche	29/3 16,00-16,45	58,9	moderato (sopravento)
	Gara F. Renault	29/3 9,20-9,45	74,4	no
	Gara F. Renault	29/3 14,15-14,45	69,2	leggero (sopravento)
Gara F. Renault	29/3 17,10-17,45	62,7	moderato (sopravento)	

1- Drive park Hotel  Ingresso laterale (d=200 m)	1 -Prove Ducati, Suzuki,.	18/4	10,15-12,15	59,9	no
	Prove Ducati, Suzuki,..	19/4	10,00-11,20	61,5	no
	Gare Ducati, Suzuki,..	19/4	14,45-16,45	56,3	moderato (sopravento)
	Gare Ducati, Suzuki,..	19/4	16,50-18,10	59,7	sostenuto (sopravento)

**MISURE DI BREVE  
PERIODO**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora		Leq	Vento
2- Casolare (d=300 m)	1 - Prove F3 Federale	28/3	10,00	70,5	no
	Prove F3 Federale	28/3	14,00	69,0	no
	Gara F3 Federale	29/3	11,00	65,0	no
	Prove F3	28/3	10,30	68,5	no
	Prove F3	28/3	15,00	68,0	no
	Gare F3	29/3	15,00	67,0	no
	Prove Autostoriche	28/3	11,30	65,5	no
	Prove Autostoriche	28/3	16,00	61,5	no
	Gara Autostoriche	29/3	10,00	63,0	no
	Gara F. Renault	29/3	9,20	69,0	no
	Gara F. Renault	29/3	14,15	63,5	no
	2 - Gara Sidecar	19/4	17,00	70,0	sostenuto (sottovento)
	3- Casa gialla (d=100 m)	1 - Prove F3 Federale	28/3	10,00	64,0
Prove F3 Federale		28/3	14,00	66,0	leggero
Gara F3 Federale		29/3	11,00	67,0	leggero
Prove F3		28/3	15,00	63,0	leggero
Prove F3		29/3	9,00	67,0	leggero
Gare F3		29/3	15,00	63,0	leggero
Prove Autostoriche		28/3	16,00	64,0	leggero
Prove Autostoriche		29/3	10,00	64,0	leggero



	Gara Autostoriche	29/3	16,00	61,0	leggero
	Gara F. Renault	29/3	9,20	69,0	leggero
	Gara F. Renault	29/3	14,15	63,0	leggero
	<b>2 - Prove Suzuki</b>	18/4	10,00	62,5	-
	Gara Suzuki	19/4	12,30	64,5	-
	Gara Supertwins	19/4	15,00	61,0	-
<b>4- Villa panoramica</b>	<b>1 - Prove F3 Federale</b>	28/3	10,30	64,5	no
(d=200 m)	Gara F3 Federale	29/3	11,00	64,0	no
	Gare F3	29/3	15,00	64,0	no
	Prove Autostoriche	28/3	10,00	65,5	no
<b>5-Mulino</b>	<b>1 - Prove F3 Federale</b>	28/3	10,00	63,0	no
(d=350 m)	Prove F3 Federale	28/3	14,00	59,0	no
	Gara F3 Federale	29/3	11,00	65,0	leggero (sottovento)
	Prove F3	28/3	10,30	62,0	no
	Prove F3	28/3	15,00	62,0	no
	Prove F3	29/3	9,00	58,0	no
	Gare F3	29/3	15,00	65,0	leggero (sottovento)
	Prove Autostoriche	28/3	16,00	55,5	no
	Prove Autostoriche	29/3	10,00	60,0	leggero (sottovento)
	Gara Autostoriche	29/3	16,00	66,5	leggero (sottovento)
	Gara F. Renault	29/3	9,20	58,0	no
	Gara F. Renault	29/3	14,15	64,0	leggero (sottovento)
	<b>2 - Prove Suzuki</b>	18/4	10,00	56,5	-
	Gara Suzuki	19/4	12,30	60,5	-

**MISURE BORDO  
PISTA**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora	Leq
<b>A-</b> Rettilineo partenza	Prove motocicli vari	18/4 10,00-12,00	90,9
<b>B-</b> Uscita curva esse	Prove F3 Federale	28/3 14,00-14,30	92,7
	Gara F3 Federale	29/3 11,00-11,40	93,0
	Prove F3	28/3 15,45-16,15	92,1
	Gara F3	29/3 15,00-15,50	92,0
	Gara F. Renault	29/3 14,15-14,45	93,0
	Gara F. Renault	29/3 17,10-17,45	93,1
	Prove Autostoriche	28/3 14,45-15,30	92,8
	Gara Autostoriche	29/3 10,00-10,45	92,6
	Gara Autostoriche	29/3 16,00-16,45	93,6
	Gare Scooter	19/4 11,00-11,20	91,2
	Gare bicilindriche	19/4 15,15-15,45	91,1
	Gare sidecar	19/4 16,10-16,45	95,1

MONZA

GRAN PREMIO F1 5-7 SETTEMBRE 1998

**POSTAZIONI  
ALL'ESTERNO**

**MISURE DI BREVE  
PERIODO**

Punto di misura	Attività motoristica	Data e ora	Leq	Vento
-----------------	----------------------	------------	-----	-------

1- via S.Maria delle Selve (d=300 m)	Prove F1	5/9	11,20-12,00	76,5	-
	Prove F1	5/9	13,05-13,25	75,1	-
	Prove F1	5/9	13,50-14,25	80,1	-
	Prove F1	6/9	9,05-9,50	75,0	-
	Prove F1	6/9	10,20-11,00	76,7	-
	Prove F1	6/9	13,00-14,00	74,9	-
	Warm-up F1	7/9	9,30-10,00	81,7	-
	Gara F1	7/9	14,00-15,20	79,9	-
2- via Brunelleschi (d=200 m)	Prove F1	5/9	11,20-12,00	80,7	-
	Prove F1	5/9	13,05-13,25	76,0	-
	Prove F1	5/9	13,50-14,25	74,7	-
	Prove F1	6/9	9,05-9,50	79,9	-
	Prove F1	6/9	10,20-11,00	81,4	-
	Prove F1	6/9	13,00-14,00	79,4	-
	Warm-up F1	7/9	9,30-10,00	84,0	-
	Gara F1	7/9	14,00-15,20	84,4	-
3- via parco (d=100 m)	Prove F1	5/9	11,20-12,00	85,0	-
	Prove F1	5/9	13,05-13,25	85,0	-
	Prove F1	5/9	13,50-14,25	85,0	-
	Prove F1	6/9	9,05-9,50	84,0	-
	Prove F1	6/9	10,20-11,00	85,5	-
	Prove F1	6/9	13,00-14,00	83,0	-
	Warm-up F1	7/9	9,30-10,00	87,5	-
	Gara F1	7/9	14,00-15,20	88,5	-

**MISURE DI LUNGO  
PERIODO**

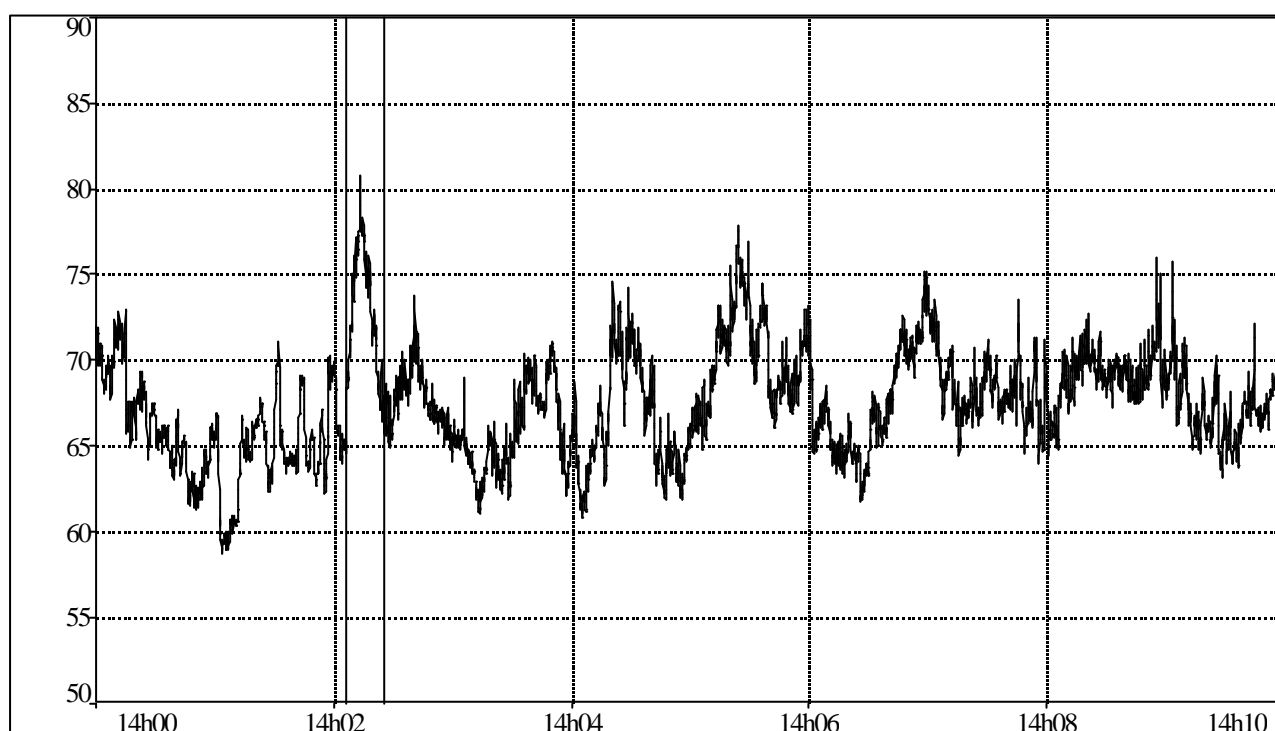
<b>1-</b> via S.Maria delle Selve  (d=300 m)	Prove F1	5/9	9,00-16,00	70,9	-
	Prove F1	6/9	9,00-16,00	71,6	-
	Gara F1	7/9	9,00-16,00	75,6	-
<b>2-</b> via Brunelleschi  (d=200 m)	Prove F1	5/9	9,00-16,00	75,1	-
	Prove F1	6/9	9,00-16,00	75,5	-
	Gara F1	7/9	9,00-16,00	78,8	-
<b>3-</b> via parco  (d=100 m)	Prove F1	5/9	9,00-16,00	79,1	-
	Prove F1	6/9	9,00-16,00	79,1	-
	Gara F1	7/9	9,00-16,00	82,6	-

Riconoscimento componenti impulsive e tonali

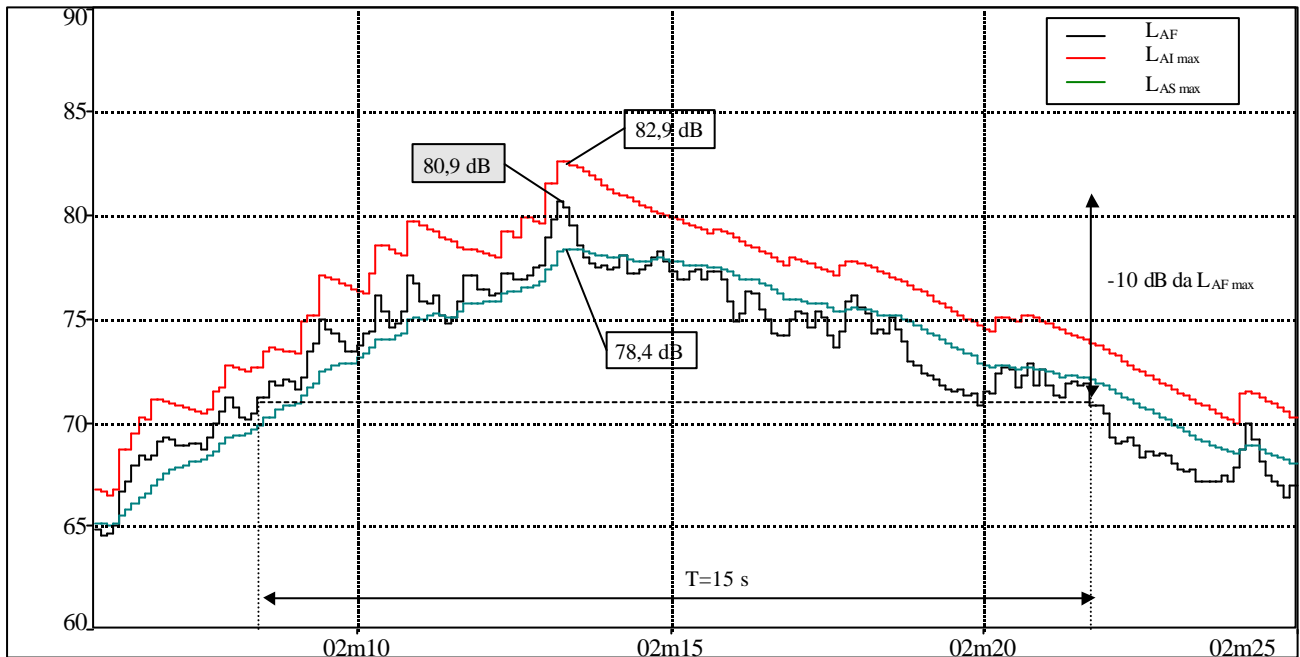
La presenza di eventi impulsivi è stata verificata mediante il rilevamento dei livelli  $L_{AI\ max}$ ,  $L_{AS\ max}$ ,  $L_{AF\ max}$  (livello sonoro massimo ponderato A con costanti di tempo “impulse”, “slow” e “fast”) e  $L_{AF}$  (livello sonoro equivalente con costante di tempo “fast”) per tempi di campionamento di 100 ms.

Si sottolinea che un rumore di natura qualsiasi può contenere componenti impulsive quando vengono verificate tre condizioni : l’evento sonoro è ripetitivo, ovvero avviene almeno 10 volte ogni ora per misure effettuate nel periodo diurno ; la differenza tra  $L_{AI\ max}$  e  $L_{AS\ max}$  risulta maggiore di 6 dB ; la durata a -10 dB dal valore  $L_{AF\ max}$  è inferiore a 1 s.

Ai fini della verifica si sono presi in considerazione i rilievi acustici eseguiti in occasione del Gran Premio di F1 di Imola. (fig. 5)



**Figura 5** - Time history del  $L_{AF}$  rilevato durante la gara di F1; le due rette verticali definiscono l’evento sonoro (passaggio di una vettura da corsa) oggetto della verifica delle componenti impulsive



**Figura 6** - Esame, per il riconoscimento della componente impulsiva, dell'evento sonoro indicato nella figura precedente, ovvero il passaggio di una vettura di corsa durante il Gran premio di F1

Il grafico di fig. 5 evidenzia il classico andamento temporale del  $L_{AF}$  durante una gara motoristica. Sono presenti numerosi eventi sonori, passaggi di una o più vetture sottolineati dai picchi nella time history, con caratteristiche differenti. L'esame di alcuni di tali eventi sonori, come quello riportato in fig. 6, ha dimostrato l'assenza di componenti impulsive.

Ad esempio nell'analisi dell'evento sonoro indicato in fig. 5 (il picco nella curva compreso tra le due rette verticali) e in dettaglio in fig. 6 è stata determinata la differenza tra  $L_{AI max}$  e  $L_{AS max}$  in corrispondenza del valore massimo delle relative curve nonché la durata dell'evento sonoro a -10 dB dal valore  $L_{AF max}$ .

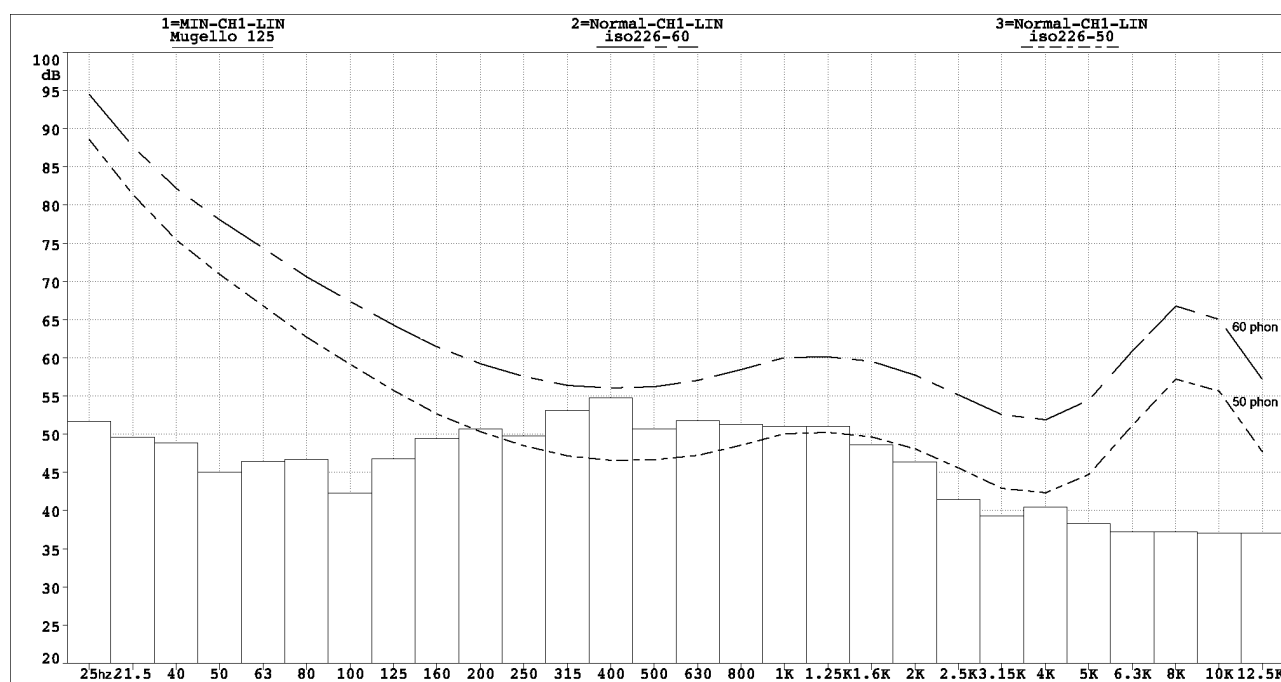
I valori ottenuti pari a 4,5 dBA in termini di differenza tra  $L_{AI max}$  e  $L_{AS max}$  e di 15 s per la durata a meno di 10 dBA dal massimo della curva  $L_{AF}(t)$  confermano la non impulsività dell'evento acustico indagato.

Ripetendo tale procedimento per altri eventi sonori relativi alla medesima manifestazione motoristica, ed alle altre oggetto dell'indagine si è riscontrato l'assenza di componenti impulsive.

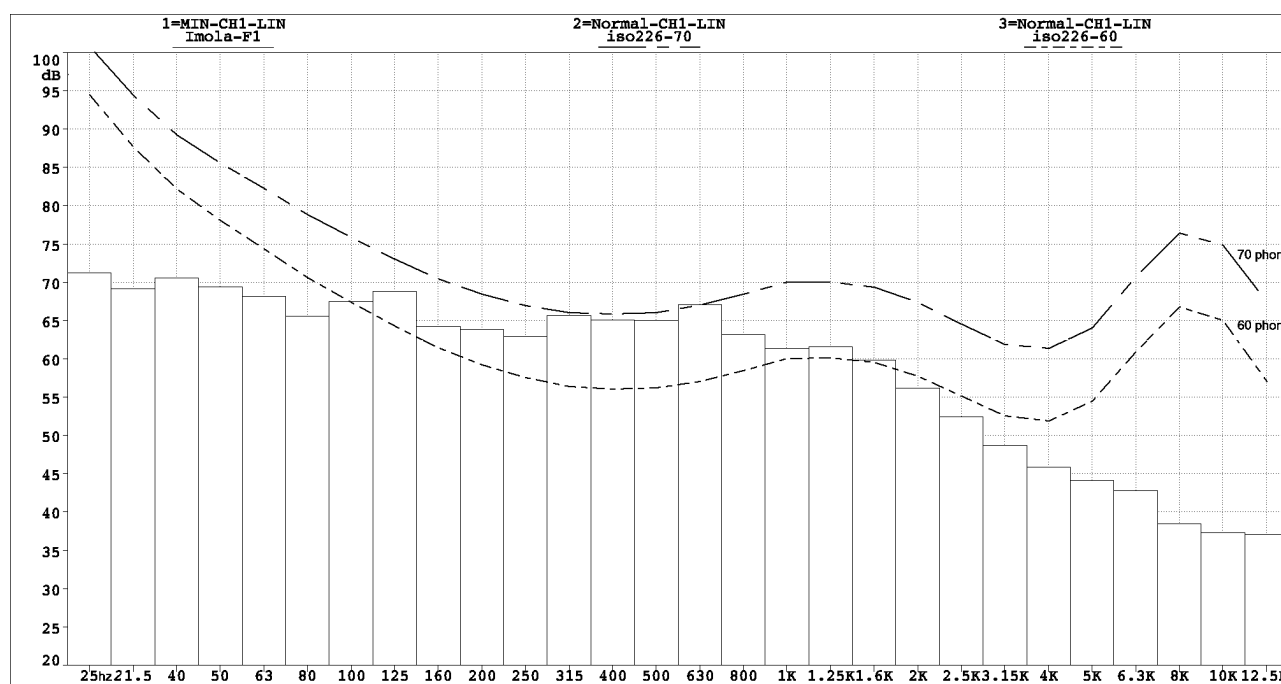
Il riconoscimento delle componenti tonali si effettua confrontando gli spettri di frequenza di  $L_{min}$  (livello sonoro minimo) in 1/3 d'ottava o FFT o frazioni di 1/3 d'ottava relative all'evento motoristico in esame con le curve isofoniche indicate nella norma tecnica ISO 226.

Un rumore contiene componenti tonali se nell'intervallo di frequenza 20-20 kHz risultano verificate le due condizioni: il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB; se il livello minimo della possibile componente tonale risulta tangente alla isofona più alta di quelle raggiunte dalle altre componenti dello spettro.

I due grafici, relativi a due competizioni motoristiche diverse (gara motociclistica 125 cc e gara di F1) permettono la verifica delle eventuali componenti tonali presenti nel rumore di origine motoristica. (figg. 7 e 8)



**Figura 7-** Confronto dello spettro di frequenza di  $L_{min}$  relativo alla gara motociclistica delle 125 cc svoltasi nell'autodromo del Mugello, con le curve isofoniche indicate nella ISO 226.



**Figura 8-** Confronto dello spettro di frequenza di  $L_{min}$  relativo alla gara di F1 svoltasi nell'autodromo di Imola con le curve isofoniche indicate nella ISO 226.

Infatti, il confronto dei livelli minimi di ciascuna banda dello spettro di frequenza di  $L_{min}$  con le isofoniche evidenzia come in nessun caso il livello sonoro della componente in frequenza tangente alla isofonica più alta, risulta superiore di 5 dBA ai livelli delle bande adiacenti. Per il grafico



rappresentato in fig. 8, relativo alla gara di F1, l'eventuale componente tonale potrebbe risultare quella a 630 Hz, in quanto essa arriva fino all'isofonica più alta (70 phon) fra quelle toccate dalle altre componenti dello spettro, ma il livello sonoro di banda (67 dBA) raggiunto non supera di 5 dBA i livelli delle bande adiacenti (65 dBA a 500 Hz e 63 dBA a 800 Hz), quindi per il rumore in esame viene riconosciuta l'assenza di qualsiasi componente tonale.

La verifica è stata condotta anche sui dati acustici relativi ad attività motoristiche e ad autodromi diversi con il medesimo esito negativo.

L'assenza di componenti tonali nell'intervallo di frequenza da 20 Hz a 20 KHz nega, di conseguenza, la presenza di componenti tonali in bassa frequenza (nel range 20- 200 Hz). Quest'ultima verifica non è, comunque, necessaria visto che il periodo di riferimento per le misurazioni acustiche non risulta quello notturno.

## Risultati

### Dati relativi ai singoli autodromi

#### MUGELLO

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale (7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Gare moto 125, 250, 500 cc</b> <sup>2</sup>	<b>1</b>	700 m	S	+ 10 m	63,5 dBA	≅ 60 dBA
	<b>2</b>	1000 m	SO	+ 70 m	67,6 dBA	≅ 64 dBA

#### IMOLA

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale (7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Prove F1/ Gara F3000</b> <sup>2</sup>	<b>1</b>	200 m	N	+ 10 m	74,9 dBA	≅ 72 dBA
	<b>2</b>	1000 m	O	+ 3 m	66,6 dBA	≅ 64 dBA

#### VALLELUNGA

<i>ATTIVITA' MOTORISTICA</i>	<i>PUNTO DI MISURA</i>	<i>DISTANZA DALLA PISTA</i>	<i>ORIENTAMENTO RISPETTO PISTA</i>	<i>QUOTA RISPETTO ALLA PISTA</i>	<i>LEQ parziale (7 ore)</i>	<i>LEQ diurno 6-22 (16 ore)</i>
<b>Prove moto varie cilindrate</b> <b>Prove F3, F3 federale, autostoriche</b>	<b>1</b>	200 m	S	+ 2 m	60,0 dBA	≅ 57 dBA
	<b>1</b>	200 m	S	+ 8 m	71,0 dBA	≅ 64 dBA