

## **MISURA DELLE EMISSIONI SONORE DI MOTO DA CROSS CON TECNICA "BEAMFORMING" DI MAPPATURA DINAMICA**

Giancarlo Strani (1), Cristiano Luci (1), Romina Ragni (1), Tiziano Bartolini (1),  
Massimo Fiorentino (2)

- 1) BIONOISE Ingegneria Ambientale, Corciano (PG)
- 2) Federazione Motociclistica Italiana, Roma

### **1. Introduzione**

Nel quadro delle attività di consulenza alla Federazione Motociclistica Italiana (FMI) nel settore rumore moto da cross, lo studio BIONOISE ha avviato un'indagine sulle emissioni delle moto con ausilio di sistema di mappatura spettrale attraverso la tecnica di beamforming. Tale tecnica di rilevazione permette la ricostruzione di mappe acustiche su diversi parametri, associando le intensità sonore alla foto della moto in prova. Mediante ripetuti affinamenti è stato possibile determinare il contributo al livello sonoro globale di una moto dovuto alle varie componenti (scarico gas, aspirazione, meccanica). La particolarità del sistema di misura ha permesso di realizzare mappature dinamiche, quindi filmati, sia di livelli globali che di pressione sonora a determinate frequenze, per esaminare la dinamica del fenomeno acustico associato alla sgassata. L'utilizzo di questa tecnica ha permesso sia di determinare interessanti riscontri sui contributi citati, allo scopo di porre in atto misure di riduzione delle emissioni globali, sia comparare il metodo di misura della statica da regolamento italiano con il nuovo metodo introdotto dalla Federazione Motociclistica Internazionale denominato 2mMax.

### **2. Materiali e metodi**

Nell'anno 2009 sono state svolte due sessioni distinte di rilievi fonometrici, eseguite rispettivamente il 28 aprile ed il 18 settembre, entrambe presso la sede dello stabilimento della Sito Group a Monticello d'Alba (CN), con la presenza della FMI, nella persona del Sig. Massimo Fiorentino, dei tecnici Ingg. Strani e Luci dello studio BIONOISE, dei tecnici della Euroacoustic di Avigliana (TO); il tutto grazie alla disponibilità dell'Ing. Lanza e dello staff tecnico della Sito Group.

I rilievi fonometrici (Fig. 1) sono stati effettuati su varie moto da cross, impiegando l'innovativo sistema "Noise Vision" della Euroacoustic.

## 2.1 Moto in prova

Il primo test fonometrico è stato effettuato il 28/04/2009, presso la sede di Sito Group. In tale sessione sono state testate tre moto da cross (KTM 300, KTM 450 ed HONDA 250) in diverse configurazioni di silenziatori scarico gas (con e senza dBkiller). Per ogni moto, ed ogni configurazione, è stato inizialmente effettuato il test di fonometrica statica prevista da regolamento FMI per l'accettazione in pista durante le gare ufficiali. Tale misura consiste nel rilevare la pressione sonora ponderata A in dinamica slow ( $L_pA$ ) a 0,5 m dallo scarico gas con inclinazione laterale di  $45^\circ$  a regimi di giri prefissati in funzione della cilindrata.

Per le stesse moto e le stesse condizioni di allestimento, è stato eseguito inoltre il rilevamento fonometrico secondo il nuovo metodo proposto dalla Federazione Motociclistica Internazionale (FIM) a partire dal 2010; tale metodo denominato 2mMax consiste nel rilevare la pressione sonora massima in dinamica fast ( $LA_{maxfast}$ ) a 2 m dallo scarico gas con inclinazione laterale di  $45^\circ$  e microfono a 1,35 m da terra, secondo lo schema di figura 2. Tale metodo, ritenuto più rappresentativo dell'impatto acustico delle moto sul territorio, prevede una misura correlata al picco sonoro durante una sgassata a fondo con moto ferma in folle, anziché misurare l'emissione associata ad un numero di giri predefinito. Le indagini fonometriche sono state condotte anche in diverse modalità di esecuzione della sgassata e con misure a giri fissi progressivamente crescenti.



Figura 1 – Sessione rilievi fonometrici

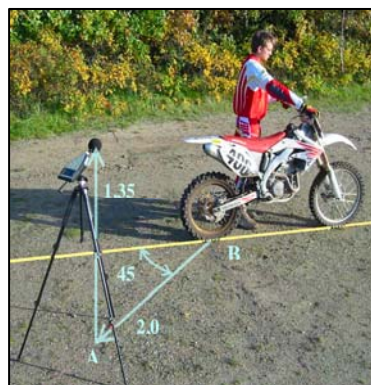


Figura 2 – Misura metodo 2mMax

Nella seconda sessione di test fonometrici del 18/09/2010, l'attenzione è stata maggiormente rivolta al nuovo metodo 2mMax e relativo confronto con il metodo classico della statica. Le moto testate in questa giornata sono state sette, costituite da due modelli di HONDA 450, una KTM 125, due HONDA 250, una KTM 125 enduro ed una GASGAS 125 enduro.

## 2.2 Strumentazione utilizzata

Nelle sessioni di prove descritte, sono stati utilizzati fonometri portatili in classe I per i rilevamenti classici delle emissioni sonore allo scarico delle moto, integrando questa informazione con misure ai lati delle moto stesse; le misurazioni allo scarico sono state eseguite sia con riferimento al regolamento FMI, che pone il limite di emissione per le moto da cross a 94 dBA, sia con il nuovo metodo 2mMax introdotto da FIM, che ipotizza il nuovo limite a 115 dBA con tolleranza di + 2 dBA.

Parallelamente alle postazioni di misura descritte, è stato utilizzato un sistema fonometrico della Euroacoustic, denominato Noise Vision; il sistema Noise Vision si basa

sulla tecnica “beamforming”, che prevede l’impiego di uno schieramento microfonico collegato ad un sistema di acquisizione, il tutto collegato ad un computer dotato di uno specifico software di calcolo. Il sistema così realizzato consente di eseguire un filtraggio spaziale per separare segnali che, pur sovrapponendosi spettralmente, provengono da direzioni diverse dello spazio.

La tecnica si basa sulla composizione digitale dei segnali provenienti dai vari microfoni, eseguita previo inserimento di opportuni ritardi di fase che consentono la realizzazione di un microfono virtuale direttivo e orientabile analiticamente nelle diverse direzioni dello spazio: la griglia dei livelli sonori così ottenuti, relativi alle diverse direzioni considerate, viene successivamente interpolata per ottenere una mappa acustica, la quale viene sovrapposta all’immagine della telecamera di interesse, per referenziare in modo immediato la mappa all’ambiente in cui è stata effettuata la prova. Il sistema impiegato per le misure di cui all’oggetto è realizzato per mezzo di 31 microfoni disposti sulla superficie di una sfera di circa 25 centimetri di diametro, sulla quale sono presenti 12 telecamere diversamente orientate nello spazio: con questo sistema risulta possibile analizzare ogni direzione intorno al trasduttore. La banda di frequenza generalmente considerata nelle analisi è compresa tra la banda di ottava di 250 Hz e la banda di ottava di 4000 Hz. I livelli riportati nelle varie griglie di misura sono da intendersi esclusivamente come livelli relativi, finalizzati all’identificazione delle sorgenti presenti ed al confronto tra le diverse situazioni analizzate. La risoluzione spaziale del sistema è di circa 5°.

Nella sessione di settembre 2009, il sistema Noise Vision è stato posizionato esattamente nel punto previsto dal nuovo metodo 2mMax, descritto in figura 2.

### 3. Risultati delle misurazioni

Il primo aspetto su cui si è concentrata l’analisi delle emissioni sonore delle moto da cross è stato quello della comparazione tra il livello di 94 dBA fissato dal regolamento FMI ed il relativo valore misurato con il metodo 2mMax; le risultanze di tale comparazione confermano in 118 dBA il livello  $L_{Amax,fast}$ . In tabella 1 sono riportati i valori di comparazione tra i due metodi per le moto testate nelle due sessioni di prove.

Studiando le immagini acquisite dal software ed il dettaglio dei filmati acquisiti durante il test con il metodo 2mMax, sono state tratte utili informazioni sui contributi delle singole componenti della moto al livello sonoro globale (Fig. 3).

Tabella 1 – Confronto emissioni metodo 2mMax vs. statica

	Moto	$L_{Amax,fast}$	Statica
settembre	KTM 125	111	93,8
	HONDA 450	120,3	94,3
	HONDA 450	117,5	91,5
	HONDA 250	118	92,0
	HONDA 250	118,1	95,0
	KTM 125	108,9	90,0
	GASGAS 125	106,4	91,3
aprile	KTM 250 enduro	117	94,7
	KTM 450 dBk	111,5	88
	KTM 450	114	96
	HONDA 250 dBk	114	95,7 (7400 RPM)
	HONDA 250	116	93,7 (5000 RPM)

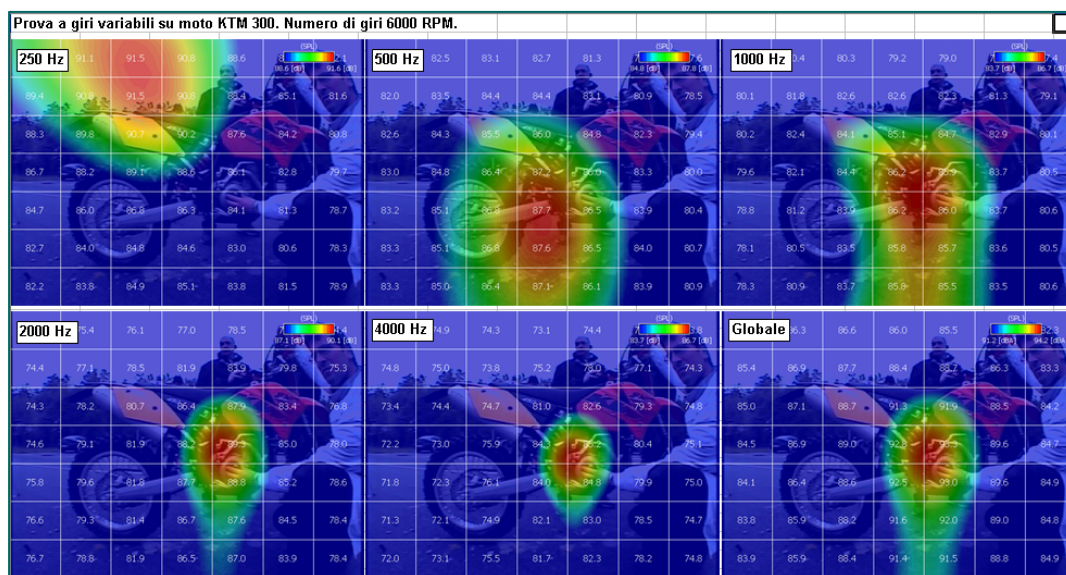


Figura 3 – Emissioni sonore KTM 300 a 6000 RPM

L'analisi delle informazioni raccolte con il metodo Noise Vision ha permesso di evidenziare come il maggior contributo della rumorosità di una moto da cross derivi dalla componente meccanica (sotto coppa) e dalla componente aspirazione aria (sotto sella). Risulta pertanto evidente che un sistema di accettazione in gara basato sulla rumorosità del solo scarico motore non può essere esaustivo nel descrivere il comportamento globale in pista delle moto. Ulteriore evidenza è quella che la ricerca finalizzata al solo apparato di silenziamento scarico gas non può portare alla riduzione delle emissioni delle moto da cross, se non accompagnata da analoghi interventi sulla parte motoristica.

Tutte le risultante del presente lavoro sono state discusse in apposita riunione alla Federazione Motociclistica Internazionale a Parigi per pianificare ulteriori indagini concertando nel contempo le necessarie azione da parte delle case motociclistiche mondiali e sensibilizzando i team corse sulle problematiche di emissione sonora delle moto per rendere la disciplina sportiva del cross quanto più possibile accettabile nei contesti territoriali dove le piste sono inserite.

#### 4. Bibliografia

- [1] S. Curcuruto, T. Fabozzi, P. Calmieri, G. Strani, *Le piste motoristiche: impatto acustico e soluzioni*, Proceedings of XXXIII Congresso Nazionale di Acustica, Ischia (2006).
- [2] S. Curcuruto, T. Fabozzi, P. Calmieri, G. Strani, *Acoustic emission from motor tracks and their environmental compatibility with the surrounding*, Proceedings of INTER-NOISE 2006, Honolulu (2006).
- [3] J. Granneman, F. Schermer, H. Huizer, N. Jochemsen, *Sound power levels of motocross courses*, Proceedings of INTER-NOISE 2005, Rio de Janeiro (2005).
- [4] ANPA Agenzia Nazionale per l'Ambiente, *Inquinamento acustico: le piste motoristiche*, Documento RTI 1/98-AMB-ACUS, Roma (1998).
- [5] G. Strani, C. Luci, *Motocross Racing Track Noise Evaluation. New Linear Source Model Application*, INTER-NOISE 2008, Shanghai (2008).