

# Software di calcolo dei livelli sonori a confronto: valutazione degli scarti nelle stime e nei tempi di elaborazione

Battini, P., Casini, D.<sup>1</sup>, Nardi, F.<sup>2</sup>, Poggi, A.<sup>1</sup>, Verdolini, T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPAT, via Ponte alle Mosse 211, 50144 Firenze, d.casini@arpat.toscana.it

<sup>2</sup>Università di Firenze - Dipartimento Tecnologie dell'Architettura e Design "Pierluigi Spadolini"

## Riassunto

Nel presente lavoro, si è effettuato un confronto tra alcuni software commerciali, nelle loro versioni più recenti (IMMI, SoundPlan e Predictor) al fine di verificarne i tempi di elaborazione e la congruità dei risultati ottenuti, a parità di dati d'ingresso, impostazioni e PC utilizzato per le simulazioni. In particolare, sono stati implementati due modelli, di cui uno rappresentativo di un ambito densamente urbanizzato e l'altro di un tipico contesto extraurbano. In entrambi i casi, è stata presa in considerazione la sola rumorosità dovuta alle infrastrutture stradali, adottando con libreria di calcolo il metodo ufficiale francese NMPB. Seguendo un approccio prevalentemente fenomenologico, il lavoro presenta i risultati ottenuti, che mostrano differenze apprezzabili nei tempi di macchina impiegati dai tre software nonché fra i livelli sonori calcolati nei medesimi punti ricettori.

## A) INTRODUZIONE

Questo lavoro è stato condotto con l'intenzione di avviare una prima indagine conoscitiva sul grado di affidabilità di alcuni dei software commerciali più comuni, utilizzati per la previsione dei livelli sonori in ambiente esterno. Normalmente, una tale verifica è intesa come un confronto fra dati calcolati e dati sperimentali. A partire tuttavia dall'approccio marcatamente modellistico introdotto dalla Direttiva europea 2002/49/CE, per la rappresentazione del rumore ambientale mediante mappe acustiche, è stato ritenuto non meno interessante effettuare un vero e proprio interconfronto fra software diversi, prescindendo dal dato misurato.

I software testati sono IMMI, SoundPlan e Predictor. Obiettivo della sperimentazione era quello di verificarne, a parità di condizioni simulate, la congruità dei risultati e le differenze nei tempi macchina impiegati per portare a termine l'elaborazione. In particolare, è stata testata la libreria di calcolo NMPB, per la valutazione del rumore stradale [1].

Per estendere la casistica di interconfronto, sono stati considerati ambiti territoriali differenti, al fine di valutare la variabilità dei risultati, in rapporto alle diverse caratteristiche urbanistiche e morfologiche. In particolare, sono stati messi a punto due modelli, di cui uno rappresentativo di un contesto densamente urbanizzato (specificatamente, una porzione della città di Firenze) e l'altro di un ambito extraurbano (un tratto di strada regionale, in area prevalentemente rurale).

Al fine di un effettivo interconfronto anche sui tempi di calcolo necessari a ciascun programma per concludere l'elaborazione, i tre software sono stati installati e mandati in esecuzione sullo stesso PC.

## B) CARATTERISTICHE E IMPOSTAZIONI DEI MODELLI

Per garantire il massimo grado di omogeneità delle condizioni di prova, sono stati desunti dalla cartografia regionale in formato digitale (CTR 1:10000) gli elementi di base comuni (curve isolivello, bordi strada, scarpate, edifici) per costruire i modelli 3D completi del terreno e delle aree fabbricate, all'interno di ciascun software. Le sorgenti sonore lineari e i punti ricettori sono stati introdotti importando in ogni applicazione i medesimi temi ad essi associati. In particolare, i livelli sonori sono stati valutati su dei punti ricettori equispaziati, distribuiti intorno agli edifici, posti alla distanza di 1 m dalle facciate e a 4 m da terra; le sorgenti sonore lineari sono state invece collocate a 0.5 m dal suolo, come previsto da NMPB. Si mette in evidenza inoltre che le quote degli edifici, delle sorgenti e dei ricettori sono state introdotte come altezze relative, ossia riferite allo specifico modello di terreno implementato da ciascun programma.

Per quanto riguarda le impostazioni acustiche e di calcolo, sono state adottate le seguenti specifiche comuni, oltre quanto già detto in precedenza:

- condizioni meteorologiche 100% favorevoli alla propagazione del suono;
- stessi dati di emissione per le linee di traffico, inserendo valori prefissati, senza ricorrere al modello di sorgente adottato come riferimento da NMPB (Guide du Bruit 1980 [2]);
- superfici delle aree edificate completamente riflettenti;
- un solo ordine di riflessione, inclusa quella dovuta alla facciata immediatamente retrostante al ricettore;
- fattore suolo costante su tutta l'area di lavoro ( $G=0$ , per l'ambito urbano e  $G=1$ , per quello extraurbano);
- calcolo della diffrazione sugli elementi lineari del terreno e sugli spigoli delle aree fabbricate;

- area di lavoro intorno a ciascun punto ricevitore considerata nel calcolo pari a 500 m;
- stesso livello informativo dei rapporti di uscita contenenti i risultati.

## B) IL MODELLO URBANO

Il modello urbano è costituito da 2921 ricettori, 594 edifici (non su tutti sono stati valutati i livelli sonori) e 39 assi stradali, distribuiti su un'area di lavoro piana, avente dimensioni 1200 m x 1000 m. Le fig. 1 e 2 mostrano i risultati delle differenze riscontrate fra i valori calcolati ricevitore per ricevitore, dai differenti software; come si può vedere è stata introdotta una distinzione fra le facciate degli edifici prospicienti le sorgenti sonore (fronti) e tutti gli altri lati (retri).

Figura 1 – Distribuzione degli scarti riscontrati sui lati degli edifici prospicienti le sorgenti lineari.

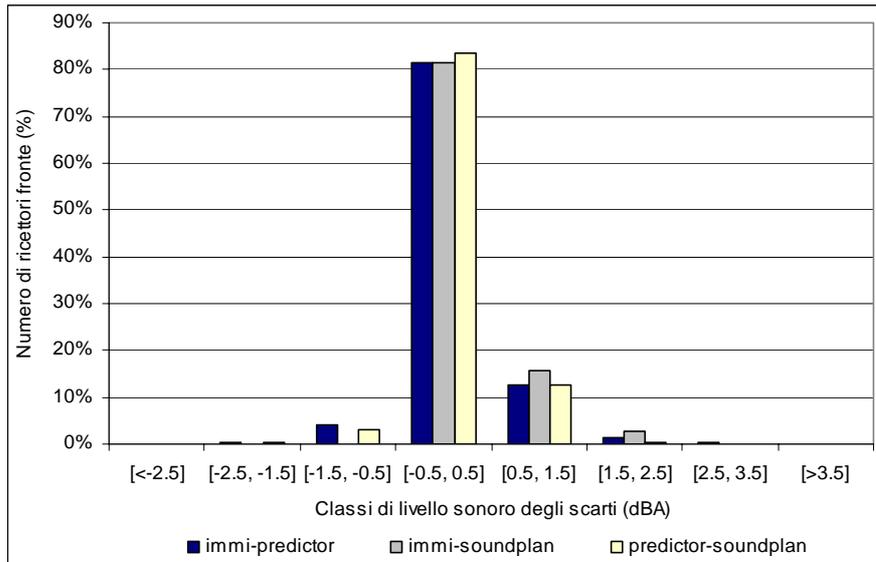
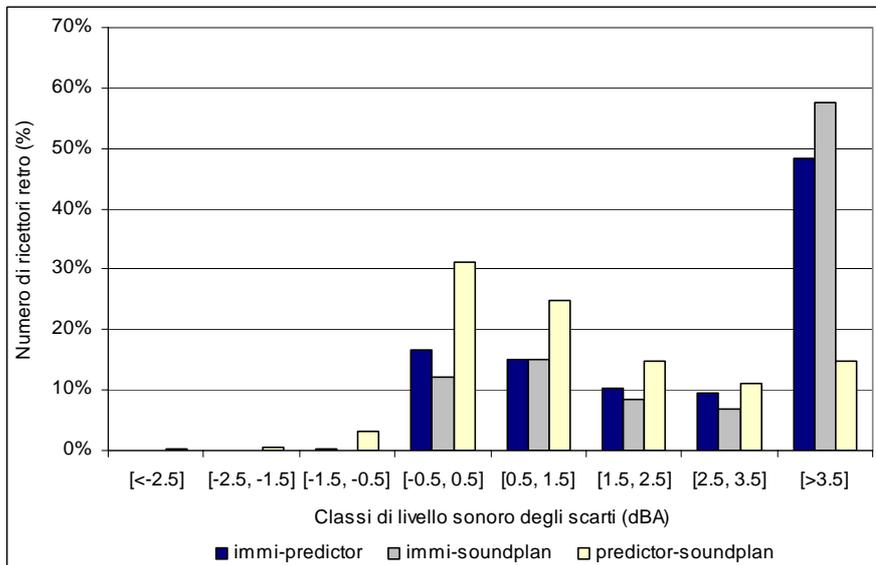


Figura 2 – Distribuzione degli scarti riscontrati sui lati dei fabbricati individuati come retri.



Si osserva, come era peraltro prevedibile, un migliore accordo sui fronti rispetto ai retri, dove i valori simulati sono più fortemente influenzati, data la complessità della distribuzione planovolumetrica degli edifici, dai molteplici fattori che agiscono sulla propagazione del suono. Fenomenologicamente, ma l'argomento meriterebbe senz'altro approfondimenti di tipo analitico, ci si aspetta una forte dipendenza dei risultati dal metodo con cui vengono trattate nei vari software le riflessioni sulle superfici, e dai criteri seguiti per la segmentazione delle sorgenti (primarie, ma soprattutto riflesse).

Si nota che in generale IMMI tende a produrre valori più alti rispetto agli altri due programmi, mentre all'opposto SoundPlan fornisce le stime di livello sonoro più basse; una tale fenomenologia è particolarmente evidente, osservando la fig. 2.

Sono state inoltre condotte altre simulazioni, modificando un'impostazione di IMMI, ossia implementando il cosiddetto metodo "ottimizzato", con il quale è possibile limitare l'estensione dell'area intorno al punto ricettore, all'interno della quale vengono prese in considerazione le superfici riflettenti utili ai fini del calcolo. Inserendo per tale parametro il valore di 100 m, si è potuto maggiormente omogeneizzare IMMI con le impostazioni adottate anche in Predictor. Le figure 3 e 4 mostrano i risultati ottenuti; in esse è mostrato anche cosa cambia nei valori calcolati da IMMI, rispetto alla simulazione precedente (serie immi-immi\_ott.).

Figura 3 – Distribuzione degli scarti riscontrati sui lati fronte degli edifici, utilizzando IMMI "ottimizzato".

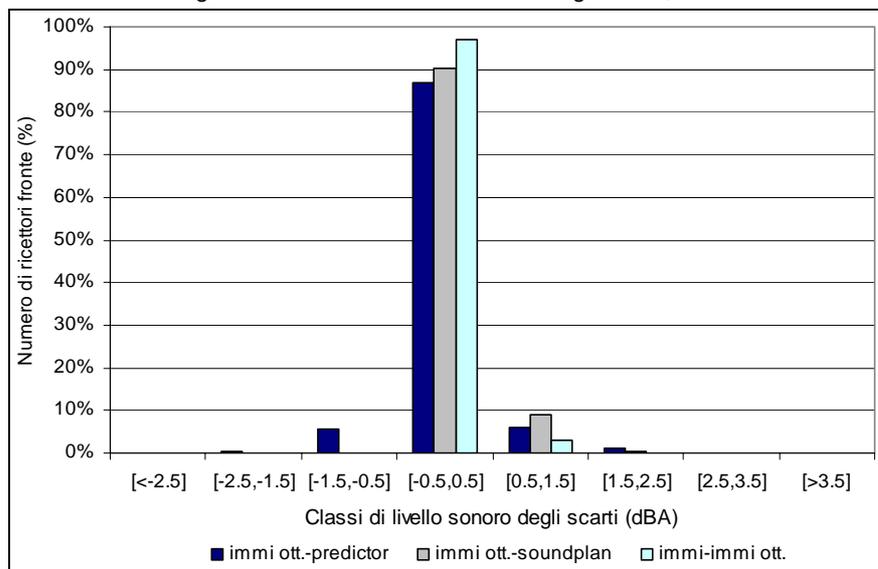
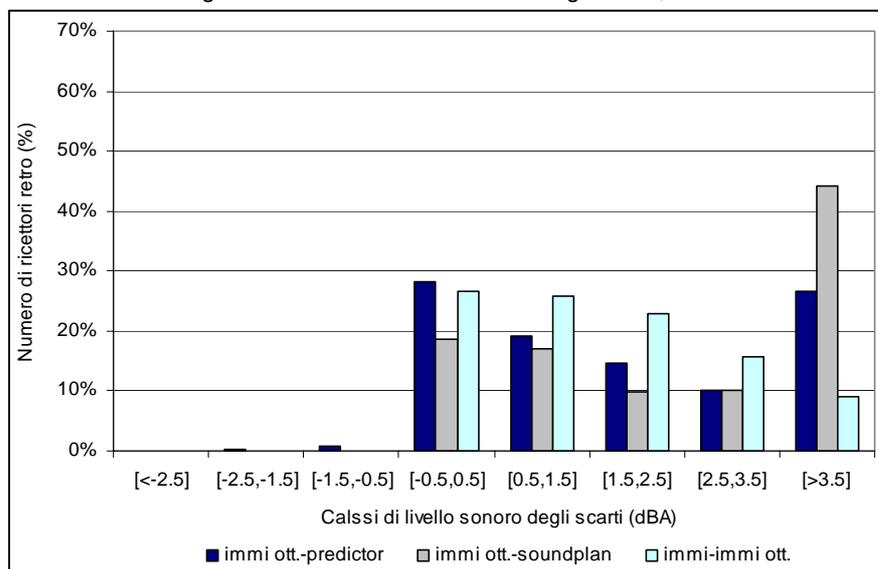


Figura 4 – Distribuzione degli scarti riscontrati sui lati retro degli edifici, utilizzando IMMI "ottimizzato".



Pur permanendo differenze significative, soprattutto per quanto riguarda i ricettori collocati sui retri, si osserva tuttavia un migliore accordo fra i software, rispetto alle fig. 1 e 2.

Tale risultato fornisce come indicazione di massima che i programmi SoundPlan e Predictor tendono a non valutare alcuni contributi sonori e pertanto a produrre valori simulati più bassi, come si è già fatto notare in precedenza.

Questo argomento potrebbe in parte spiegare anche le differenze affatto trascurabili riscontrate nei tempi macchina impiegati per portare a termine l'elaborazione, fra IMMI e gli altri due software (tab. 1) che risultano circa 5 volte più veloci. Con IMMI "ottimizzato", si ha invece una durata di esecuzione decisamente più contenuta, com'è ragionevole aspettarsi in conseguenza del fatto che vengono calcolati un numero minore di contributi sonori.

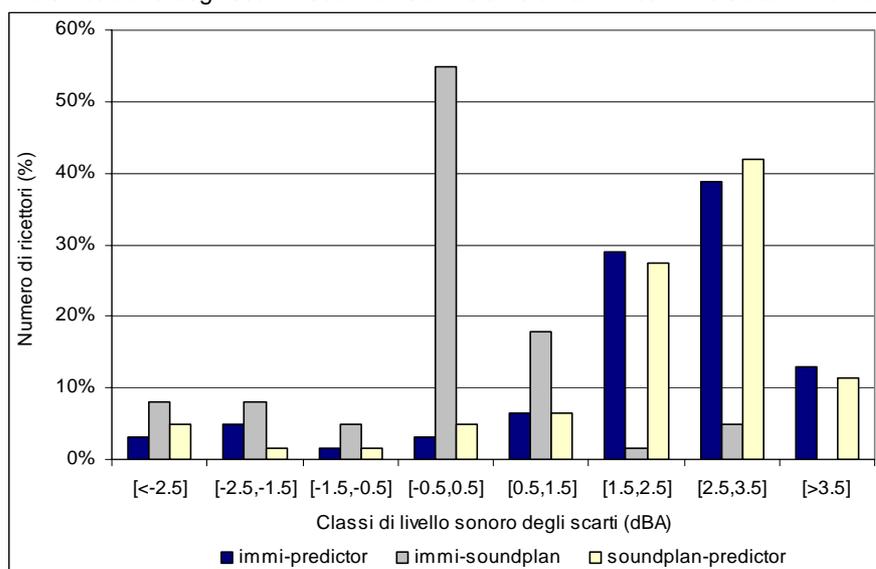
Tabella 1 – Tempi di calcolo occorsi ai tre software per terminare l'elaborazione, con il modello urbano.

Software	Tempo (min.)
IMMI	228
Predictor	45
SoundPlan	47
IMMI "ottimizzato"	107

### C) IL MODELLO EXTRAURBANO

Il modello messo a punto è costituito da 408 edifici e da un numero limitato di ricettori (62) essendo stata esclusa dalla simulazione l'area più densamente edificata presente nella fascia di studio considerata intorno all'infrastruttura (500 m x 9500 m). La fig. 5 mostra i risultati ottenuti.

Figura 5 – Distribuzione degli scarti riscontrati sull'insieme di tutti i ricettori dislocati intorno agli edifici.



Nel commentare la figura, si possono qui ripetere alcune delle considerazioni svolte nel paragrafo precedente, salvo notare che qui appare meno pronunciato il problema delle stime sui retri.

L'addensamento delle serie immi-predictor e soundplan-predictor, osservabile nelle classi 1.5-2.5 dBA e 2.5-3.5 dBA, è probabilmente dovuto al fatto che il software Predictor sottovaluta l'influenza della superficie stradale, qualora si imposti un G pari a 1 su tutta l'area di lavoro.

Un'altra fonte possibile di discrepanza può dipendere dal fatto che gli edifici vengono rappresentati in modo differente, in presenza di un terreno modulato (come è quello preso in considerazione) qualora si utilizzi l'altezza relativa al suolo per implementarli nel modello. In particolare, IMMI costruisce edifici innestati nel terreno, con una copertura che segue la pendenza orografica, mentre Predictor e SoundPlan non inclinano il fabbricato ma lo sollevano da terra, in presenza di pendenze.

In fine, data l'esiguità dei ricettori simulati, l'interconfronto sui tempi di calcolo è risultato poco rappresentativo e tuttavia si conferma quanto osservato in precedenza, e cioè che IMMI impiega tempi di elaborazione più lunghi (11 min.) rispetto agli altri due software (<1 min.).

### D) CONCLUSIONI

L'interconfronto realizzato ha messo bene in evidenza che vi è una componente di variabilità importante nelle stime modellistiche, dipendente dal prodotto commerciale utilizzato per elaborarle. Questo lavoro, tuttavia, non ha avuto lo scopo di stilare una graduatoria per indicare quale sia il migliore fra i software disponibili, bensì di avviare un approfondimento sull'accuratezza che ci si può attendere "misurando" i livelli sonori con un modello.

### Bibliografia

- [1] Metodo di calcolo nazionale francese "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)" contenuto nello standard XPS 31-133;
- [2] CETUR, "Guide du bruit des transports terrestres-prevision des niveaux sonores", Edizioni CETUR, novembre 1980.