

# **VALUTAZIONE DI CLIMA ACUSTICO DELL'AREA DESTINATA ALL'INSEDIAMENTO DELL'ISTITUTO NEUROLOGICO "C. BESTA" DI MILANO**

Giovanni Zambon, Alessandro Bisceglie, Filippo Beltramini, Elio Sindoni

DISAT – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio  
Università degli Studi di Milano-Bicocca

## **1. Sommario**

Nell'ambito dell'accordo di programma tra Comune di Milano, Regione Lombardia, Pirelli e Università degli Studi di Milano-Bicocca, è stata affidata al Laboratorio di Acustica Ambientale del DISAT la valutazione di clima acustico dell'area destinata all'insediamento dell'Istituto Neurologico Nazionale C. Besta, che indicheremo come "Area Besta", inserita nella nuova urbanizzazione di Milano-Bicocca.

Il presente articolo espone la metodologia adottata per la caratterizzazione acustica dell'area e per la simulazione del clima acustico futuro.

## **2. Introduzione**

La legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995 richiede una valutazione previsionale di clima acustico per quelle aree destinate a ospitare categorie di insediamenti particolarmente sensibili al rumore, quali le strutture ospedaliere. La legge quadro n. 447 è stata recepita dalla Regione Lombardia con la legge regionale n. 13 del 10 agosto 2001 in cui viene in particolare richiesto, nell'articolo 5 comma 2, che la documentazione di valutazione previsionale di clima acustico consenta la valutazione dell'esposizione al rumore dei recettori la cui collocazione è prevista nelle aree interessate alla realizzazione di ospedali.

Il clima acustico viene inteso come una valutazione dello stato dei valori di rumore presenti sul territorio, prima che venga realizzata l'opera, al fine di verificare l'ottemperanza di detti valori con quelli definiti dal D.P.C.M. del 14 novembre 1997 relativamente alla classe d'uso del territorio.

La zona di Milano-Bicocca, tuttora in profonda evoluzione, vede la presenza nel suo interno di edifici a uso residenziale, istituti universitari e di ricerca, strutture di intrattenimento, aree industriali e di una articolata rete stradale; inoltre l'Area Besta si trova all'interno della fascia di pertinenza dell'asse ferroviario Milano-Monza. Attualmente l'Area Besta risulta interamente occupata da strutture di servizio parzialmente operative.

In assenza di zonizzazione acustica del territorio comunale di Milano, si è stabilito di assoggettare la porzione di territorio destinata alla struttura ospedaliera a una classe

d'uso I (aree particolarmente protette), in virtù della destinazione d'uso prevista. I limiti di immissione imposti per tale classe d'uso dal D.P.C.M. 14.11.1997 sono di 50 dB(A) per il livello equivalente in periodo diurno e di 40 dB(A) per il livello equivalente in periodo notturno.

### **3. Rilievi e strumentazione**

Nell'impossibilità di eseguire rilevamenti fonometrici diretti sull'area oggetto di valutazione, attualmente occupata da edifici, e nell'ottica di prevedere il clima acustico in presenza di interventi sul territorio ancora in fase di progetto, si è adottato quale strumento di previsione del clima acustico il modello di simulazione Mithra (01 dB-Stell). Il processo di calcolo di tale modello si basa su un metodo di tracciamento inverso dei raggi di propagazione per la ricerca dei percorsi delle onde sonore da un punto di ricezione all'insieme delle sorgenti di rumore. Il calcolo acustico tiene conto dei seguenti parametri: potenza sonora e direttività della sorgente, attenuazione per divergenza geometrica, diffrazione dovuta a edifici e schermi, assorbimento e riflessione delle pareti verticali, influenza del terreno, assorbimento atmosferico, topografia del sito.

I rilievi fonometrici effettuati hanno avuto lo scopo di caratterizzare le sorgenti sonore presenti nell'area e consentire una validazione del processo di calcolo applicato al caso specifico, osservando la correlazione tra i valori calcolati dal modello in funzione delle variabili presenti nel sistema e i dati misurati sperimentalmente (fase di calibrazione del modello).

Il criterio utilizzato nella scelta dei siti di misura è stato quello di individuare e caratterizzare le principali fonti di rumore allo stato attuale.

Le sorgenti individuate sono state:

- traffico veicolare;
- traffico ferroviario;
- rumore prodotto da insediamenti industriali e da impianti di trattamento dell'aria dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

#### *Traffico veicolare*

Per caratterizzare adeguatamente il rumore prodotto dal traffico veicolare sono stati eseguiti due tipi di rilievi: misure di un'ora e misure di 24 ore.

Le misure di un'ora sono state condotte nelle fasce orarie (08.00-09.00) e (17.30-18.30), posizionando un fonometro Brüel & Kjær mod. 2260 a un'altezza di 1,5 m dal piano della strada, diretto verso la sorgente in modalità di acquisizione frontale. L'acquisizione dei dati avveniva ad ogni secondo con ponderazione temporale in modalità *fast*.

A tali misure è stato associato un conteggio dei veicoli divisi per categoria, senso di marcia e velocità media.

Sono state inoltre effettuate due misure di 24 ore per caratterizzare l'espansione dei flussi diurno e notturno lungo le due arterie a cui è attribuito il maggior traffico di attraversamento. L'acquisizione dei dati avveniva ogni 5 secondi e la registrazione è stata effettuata su una scheda di memoria. Le due misure di 24 ore sono state eseguite nelle stesse giornate in cui venivano acquisiti i dati sul traffico e il livello di pressione sonora equivalente nelle ore di punta della mattina e della sera.

I dati acquisiti sono stati scaricati su PC e analizzati successivamente con il software "Brüel & Kjær Evaluator 7820". Questo software ha permesso di epurare i suoni di natura eccezionale registrati durante le misure, quali per esempio il passaggio di

ambulanze a sirene accese o altri eventi che non dipendono dal traffico in senso stretto e dei quali non è possibile tenere conto in fase di simulazione.

#### *Traffico ferroviario*

Il contributo legato al traffico ferroviario è stato rilevato con misure di un'ora negli orari di punta del mattino e della sera, con conteggio dei treni presso i binari più esterni della ferrovia poco più a nord della stazione di Greco Pirelli. La misura è stata eseguita utilizzando un fonometro Brüel & Kjær mod. 2260 posizionato a 1,5 m di altezza. È stata inoltre eseguita una misura di 24 ore, per caratterizzare i livelli medi diurno e notturno in fase di simulazione.

#### *Sorgenti di rumore fisse*

Per stimare correttamente le sorgenti di rumore legate a impianti industriali e di condizionamento dell'aria, sono stati eseguiti dei rilievi in prossimità delle sorgenti sopra citate nei giorni in cui il traffico era minimo e cioè il 27 e 28 dicembre 2001.

Tutti gli eventi occasionali (come il passaggio di automobili) sono stati registrati ed epurati in sede di analisi dei dati.

### **4. Calibrazione del modello di simulazione**

Lo scenario simulato per la fase di calibrazione ha riguardato un'area di circa 500 m x 700 m, ottenuta digitalizzando una carta tecnica dell'area in esame. Gli elementi modellizzati sono stati gli edifici presenti e altre strutture architettoniche che possono avere un'influenza sulla propagazione sonora, un tratto del percorso ferroviario, le strade che costituiscono l'attuale assetto viario e le sorgenti industriali. Per la simulazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti inserite nello scenario attuale si sono utilizzati i seguenti metodi:

- caratterizzazione delle sorgenti da traffico con riferimento ai dati rilevati durante le misure sperimentali orarie di rumore e ai dati morfologici delle strade; il modello calcola automaticamente per ogni strada un livello di potenza sonora per metro lineare ( $L_w/m$ );
- attribuzione di uno spettro di emissione sonora per rumore da traffico ferroviario e per le sorgenti fisse di rumore in base ai livelli di potenza sonora per banda rilevati nelle misure svolte.

La caratterizzazione delle condizioni ambientali che influiscono sulla propagazione del rumore viene simulata inserendo nel modello i dati di temperatura, umidità relativa, regime anemologico, assorbimento del suolo, relativi allo scenario esistente al momento delle misure sul campo.

Il processo di calcolo del modello Mithra è stato eseguito secondo i criteri della normativa internazionale ISO 9613 e ha fornito nei punti indicati i corrispondenti valori di  $Leq(A)$ . Il confronto tra i valori rilevati sperimentalmente, epurati delle componenti dovute ad eventi di natura straordinaria, e i valori ottenuti con il processo di simulazione ha fornito scarti che sono risultati sempre  $\pm 1$  dB.

### **5. Previsione di clima acustico**

La prima valutazione previsionale è stata condotta considerando tutti gli interventi viabilistici e architettonici previsti nell'intorno dell'area, con particolare attenzione alle modifiche acustiche che essi potranno introdurre; è stato quindi realizzato uno "scenario 0", che prevede il trasferimento o l'isolamento acustico delle sorgenti di rumore fisso attualmente presenti e il riassetto viabilistico dell'intera area.

Il rumore da traffico stradale, in considerazione dello scarso impatto prodotto sull'Area Besta dal traffico ferroviario, diventa quindi la principale fonte di disturbo acustico. Questo è stato caratterizzato nel modello Mithra, precedentemente calibrato, con l'ausilio di simulazioni dei flussi condotte con il software PTMSNET. I valori di flusso veicolare ottenuti in forma di flussogrammi, inerenti le ore di punta del mattino (08.00-09.00) e della sera (17.30-18.30), sono stati espansi ai periodi diurno (06.00-22.00) e notturno (22.00-06.00), utilizzando adeguati coefficienti di espansione empirici per ogni tipologia di strada, applicati alla media dei flussi nelle ore di punta.

Per una valutazione di clima acustico che tenga conto nel modo più completo possibile di tutti gli eventuali recettori, sono state create delle mappe rappresentanti le isolinee di livello equivalente (espresso in dB(A)) valutate alle quote di 1,5 e 10 m.

Dalle simulazioni condotte sono risultati valori di pressione sonora più elevati per i recettori posti alla quota di 10 m rispetto a quelli posti a 1,5 m. Ciò avviene poiché in quota viene meno l'effetto di assorbimento del suolo, che è stato valutato, per l'area su cui sorgerà l'ospedale, corrispondente a un fattore di assorbimento (ground factor) pari a 0,34.

I valori ottenuti per il periodo diurno indicano un superamento dei limiti di legge di 6-10 dB e di 10-14 dB rispettivamente alle quote di 1,5 m e 10 m; per il periodo notturno il superamento dei limiti è di 8-12 dB a 1,5 m e di 11-14 dB a 10 m. In Figura 1 si riporta la mappa delle isolinee di livello equivalente, espresso in dB(A), relativa allo "scenario 0" calcolata alla quota di 1,5 metri.

In considerazione della forte incompatibilità dei valori simulati con quelli prescritti dalla normativa, si è proceduto alla individuazione di possibili interventi di mitigazione e alla simulazione del loro effetto sul clima acustico dell'area. Nel percorso che ha condotto all'individuazione di una soluzione ottimale e realisticamente attuabile, sono stati presi in considerazione interventi sulla viabilità, come la chiusura notturna al traffico di alcune vie e l'imposizione di divieti di svolta verso l'area della Bicocca, e drastici interventi di protezione acustica del recettore consistenti in barriere poste sull'intero perimetro dell'area.

Tuttavia, in ambito urbano, tali interventi risultano difficilmente applicabili a causa, da un lato, delle insostenibili limitazioni indotte sulla viabilità e, dall'altro, dell'eccessivo impatto visivo introdotto.

Gli interventi adottati nello scenario finale consistono in:

- moderazione del traffico interno all'area Bicocca a 30 km/h; questo intervento, oltre a ridurre la velocità di percorrenza, che per veicoli leggeri coincide con una riduzione di potenza sonora, comporta una diminuzione dei flussi di traffico previsti;
- eliminazione di un tratto stradale di collegamento in progetto, confinante con un lato dell'Area Besta;
- introduzione di un edificio adibito a parcheggio dell'altezza di 8,5 m a protezione del lato dell'Area Besta prospiciente l'arteria stradale di maggior percorrenza veicolare;
- introduzione di una barriera acustica a margine di un tratto di strada di accesso al comparto Bicocca, per la quale non era possibile prevedere limitazioni sul traffico;
- introduzione di una fascia a verde al confine dell'area ristretta dove sorgerà l'Istituto, simulata nel modello come superficie con caratteristiche assorbenti.

I risultati ottenuti indicano il raggiungimento di livelli di rumore accettabili per i recettori posti alla quota di 1,5 m; è invece ancora presente un superamento dei limiti di legge alla quota di 10 m, di 1-5 dB nel periodo diurno e di 2-6 dB nel periodo notturno. In Figura 2 si riporta la mappa delle isolinee di livello equivalente, espresso in dB(A), relativa allo scenario finale, calcolata alla quota di 1,5 metri.

## 6. Conclusioni

Dal confronto tra le figure 1 e 2 si può notare come gli interventi adottati sulla viabilità abbiano portato a un abbassamento generale dei livelli di rumore presenti sulla porzione di area Bicocca oggetto di studio. In particolare, l'inserimento di strutture architettoniche contribuisce alla tutela dell'area destinata all'insediamento dell'Istituto Besta.

Nelle figure 3 e 4 si riporta l'andamento verticale (con un rapporto asse x/asse y pari a 1:4) dei livelli di pressione sonora, calcolato lungo la sezione A-B, rispettivamente nello scenario 0 e nello scenario finale. Si può notare la diminuzione di potenza sonora emessa dalla strada interna al comparto Bicocca e il contributo di abbattimento per effetto barriera dovuto al parcheggio fuori terra. È evidente tuttavia come l'effetto "cupola" presente sull'area comparti dei valori eccedenti i limiti di legge alle quote superiori a 10 metri, per il venire meno dell'effetto suolo e dell'effetto barriera.

La soluzione finale raggiunta appare comunque accettabile se inserita in una realtà urbana come quella milanese; nella valutazione dell'effetto disturbante delle emissioni sonore va considerato, inoltre, che la tipologia di rumore è quella legata al traffico veicolare, presente come rumore residuo negli ambienti di vita urbani.

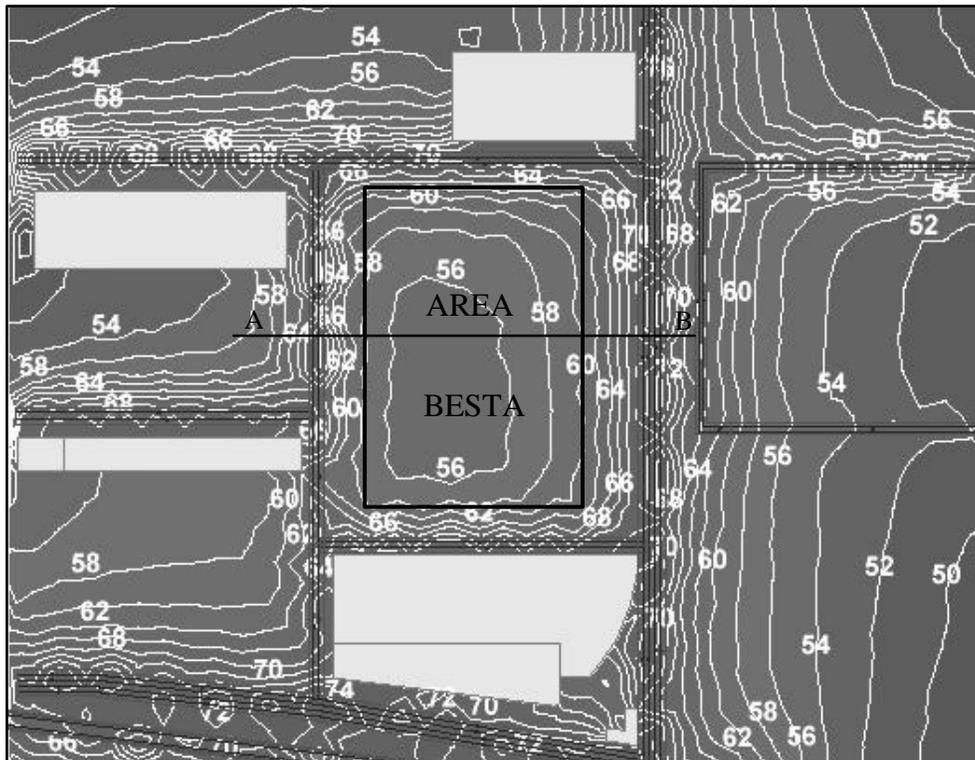


Figura 1 - Scenario 0. Mappa di rumore (Leq(A)), periodo diurno; quota 1,5 m

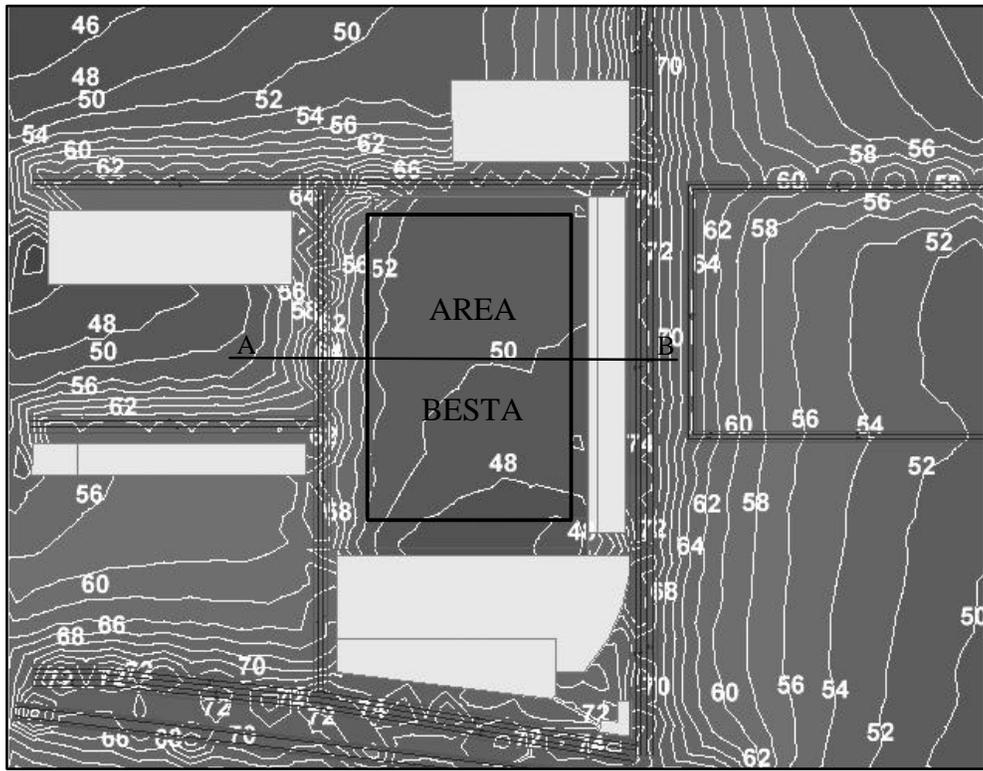


Figura 2 - Scenario finale. Mappa di rumore (Leq(A)), periodo diurno; quota 1,5 m

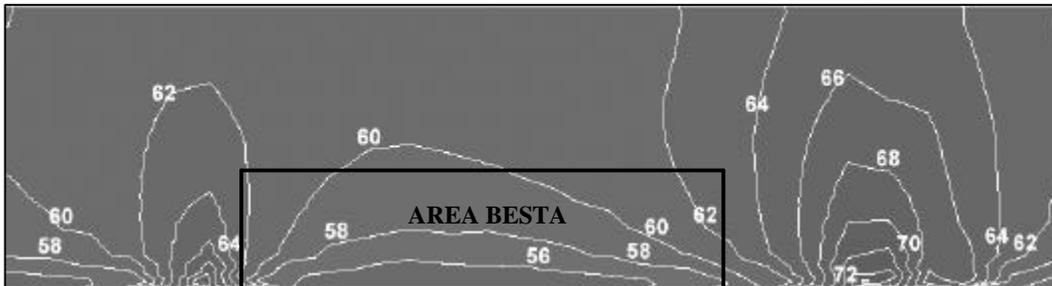


Figura 3 - Scenario 0. Sezione A-B, periodo diurno

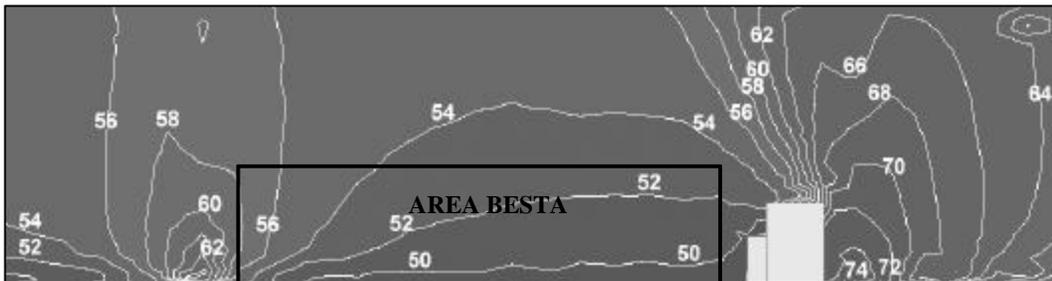


Figura 4 - Scenario finale. Sezione A-B, periodo diurno