

# COMFORT ACUSTICO URBANO

un ossimoro che si può risolvere con adeguate strategie progettuali. In uno studio targato Politecnico di Milano

STEFANIA MASSERONI, MASSIMO GUAZZOTTI, GIANNI UTICA

La progettazione acustica degli insediamenti residenziali mira all'elaborazione di una nuova metodologia di ricerca nell'ambito dell'acustica architettonica *outdoor*. Gli ambienti esterni condizionano la qualità della nostra vita tanto quanto quelli interni, per i quali è però già presente un adeguato quadro normativo.

La legislazione attuale in ambito acustico prevede infatti verifiche a livello di requisiti acustici passivi ed in materia di rumore ambientale, ma è sufficiente rispettare questi parametri per assicurare un elevato benessere acustico? L'analisi di cui si tratta nell'articolo considera le verifiche citate solo una piccola parte dei fattori da considerare per garantire un adeguato comfort acustico e un'alta qualità di vita all'interno di un insediamento residenziale.



Un'importante stagione dell'housing europeo ha avviato, nel primo decennio degli anni 2000, appropriate azioni per la riqualificazione dell'esistente e la nuova edificazione in risposta alla nuova domanda abitativa. L'obiettivo è quello di offrire soluzioni che possano rappresentare un modello futuro della città europea attraverso strategie di rigenerazione urbana e costruzione di nuove parti di città, nonché tramite la proget-

tazione di una città compatta che preveda un limitato consumo di suolo.

L'esperienza dei nuovi quartieri si localizza in aree libere, dismesse o sottoutilizzate attraverso insediamenti compatti, caratterizzati da un misto tipo-morfologico, funzionale e spaziale per non generare distretti-dormitorio e configurando gradualmente la stessa vitalità del centro città. La nuova strategia si concentra quindi su proposte di programmi di ampliamento o rigenerazione di aree dismesse attraverso distretti o unità urbane di 20.000-25.000 abitanti.

## MODULO PAROLE CHIAVE

**PROGETTAZIONE ACUSTICA – ACUSTICA ARCHITETTONICA OUTDOOR – REQUISITI ACUSTICI PASSIVI – RUMORE AMBIENTALE – INTELLEGIBILITÀ DEI SUONI – POLITECNICO DI MILANO**



Masterplan del Greenwich Millennium Village (GMV) a Londra.

Fra gli esempi più importanti vi sono i quartieri Bo01 a Malmö e Hammarby Sjöstad a Stoccolma oltre al Greenwich Millennium Village (GMV) a Londra e Ørestad a Copenhagen.

Anche Milano, negli ultimi anni, ha avuto un mutamento di approccio culturale e politico nel programmare il suo sviluppo

pensando al futuro. Sono state individuate aree dismesse da recuperare con l'obiettivo di un disegno globale dei nuovi interventi e con la necessità che questi andassero poi a rappresentare dei nuovi poli centrali per la città.

Il PGT introduce infatti un cambio di atteggiamento: non considera più una città che cresce a macchia d'olio, ma che si ricostruisce su se stessa, rigenerando a verde e a servizi tutti gli ambiti degradati o contaminati.

Esempi di questo tipo possono essere l'intervento di Norman Foster a Santa Giulia, oppure le proposte elaborate da Isozaki, Libeskind, Hadid per l'area di trasformazione dell'ex-fiera del progetto CityLife come pure i nuovi quartieri di Rubattino o Porta Nuova.

Proprio questi nuovi interventi pubblici e privati della realtà europea saranno il campo d'applicazione della metodologia esposta di seguito, per verificare il livello di vivibilità e di comfort acustico esistente in queste nuove tipologie di spazi, tramite un'analisi che fino ad ora è sempre e solo stata applicata agli ambienti indoor, nello specifico a teatri e sale d'ascolto.

Il principio dal quale scaturisce questo nuovo metodo è il fatto che la normativa vigente si concentra sull'eliminazione delle emissioni di rumore ambientale, come ad esempio il rumore da traffico stradale o ferroviario. Nel momento in cui nei giorni festivi quando si aprono le finestre per arieggiare i locali il rumore del traffico si fa meno intenso, si palesa il rumore antropico prodotto dalla popolazione del quartiere: la musica dei ragazzi dell'edificio di fronte, le grida dei bambini che giocano nei giardini .... Tanto tali suoni sono riconoscibili e riconducibili alle sorgenti che li producono quanto più essi riducono il grado di comfort, di intimità e privacy del contesto residenziale. Ciò comporta quindi l'affiorare di nuovi rumori associati alla vita quotidiana che vengono percepiti come estremamente fastidiosi.



Masterplan di progetto CityLife.

Obiettivo della sperimentazione è comprendere quanto e come la conformazione di un determinato quartiere possa agevolare il *comfort* acustico al suo interno

Esiste infatti una netta differenza fra rumori semplicemente uditi ed altri percepiti come disturbanti. Dall'immagine sotto riportata è facile comprendere che, in termini di esposizione al rumore, il traffico stradale ed aeronautico insieme al rumore dei vicini all'aperto sono molto frequenti, al contrario di quello derivante da pub e locali pubblici che rappresenta i rumori meno percepiti. Il rumore delle voci dei vicini all'aperto è quindi, dopo quello del traffico stradale, la seconda sorgente di rumore percepita dalle persone in casa propria. In termini di quanto sia disturbante ciascun rumore invece, è emerso che il rumore dei vicini è il

più fastidioso, al contrario di quello del traffico assimilato al rumore di fondo. Nello specifico la musica ed il vociare sono due attività molto disturbanti ed hanno infatti caratteristiche molto simili di articolazione, cioè voce e parole hanno la capacità di essere percepite chiaramente. In particolare il vociare dei vicini di casa disturba soprattutto quando si comprendono in modo chiaro parole e frasi intere: dunque maggiore è l'intelligibilità maggiore è il disturbo.

Non è quindi detto che il rumore con un livello di pressione sonora più elevata sia percepito come più disturbante. Questo



Esposizione per tipologia di rumore.

è il motivo per il quale si dovrebbe individuare una metodologia di progettazione più idonea per gli edifici residenziali affinché non vadano ad amplificare, tramite la loro forma ed i loro materiali, i rumori che vengono emessi all'esterno delle abitazioni.

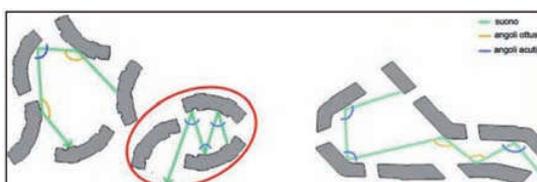
La previsione acustica di ambienti confinati è possibile tramite strumenti CAD acustici che vanno ad indagare particolari parametri riguardanti le caratteristiche acustiche dell'ambiente, restituendole attraverso indici numerici. I medesimi parametri andrebbero analizzati all'interno di insediamenti residenziali dalla conformazione particolarmente "confinata", al fine di valutare i rumori emessi al loro interno e le loro conseguenze sulla qualità della nostra vita. Si può quindi provare a determinare la qualità acustica di un ambiente abitativo attraverso gli indici solitamente utilizzati per sale da concerto e teatri. Si considera fondamentale, oltre al livello di pressione sonora, anche l'utilizzo di altri parametri utilizzati solitamente per lo studio delle sale da concerto e definiti criteri oggettivi di qualificazione acustica:

- Indice di intensità G;
- Fattore di chiarezza C80;
- Indice di definizione D50;
- Indice di trasmissione del parlato STI.



Disturbo per tipologia di rumore.

Schema esemplificativo delle riflessioni sonore effettuato con la tecnica del ray tracing.



## Orientamento e sagoma degli edifici, materiali usati in facciata: i parametri da rispettare per una corretta progettazione acustica

La normativa UNI EN ISO 3382-1:2009 introduce i suddetti parametri solo relativamente allo studio di ambienti indoor, mentre l'obiettivo è riuscire a trasferire la stessa tipologia di analisi negli ambienti esterni per capire, tramite la valutazione dei parametri elencati in precedenza, quanto e come la conformazione di un determinato quartiere possa agevolare od impedire il comfort acustico al suo interno. Una valutazione di comfort acustico si propone infatti di andare ad analizzare le possibili dipendenze acustiche che potrebbero generarsi negli ambienti residenziali che presentano conformazioni particolarmente "confinata" e che rispecchiano dunque simili condizioni di struttura rispetto ai teatri e alle sale da concerto. L'analisi verrà quindi condotta utilizzando dei software di previsione acustica specifici per teatri e sale d'ascolto: se in questi ambienti la comunicabilità, l'intelligibilità della parola, la chiarezza e la definizione del suono devono presentare alti livelli, in modo che il suono risulti chiaro, intelligibile e comprensibile a tutti gli uditori presenti in sala; la situazione che è auspicabile che si verifichi in un ambiente residenziale outdoor è diametralmente opposta.

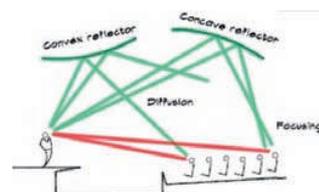
I suoni ed i rumori devono avere scarsa intelligibilità, chiarezza e definizione in modo da non risultare dannosi e non rappresentare una chiara limitazione della qualità della vita, oltre che un'ingente perdita di privacy.

Tali parametri possono essere controllati in fase di progettazione tramite:

- La disposizione degli edifici nel contesto territoriale;
- La forma dei singoli edifici;
- I materiali utilizzati in facciata.

I suddetti elementi sono infatti in grado di condizionare la propagazione di un suono in un determinato ambiente e di creare effetti indesiderati come quelli elencati in precedenza. Da normativa, tramite il soddisfacimento dei requisiti acustici passivi, nelle nuove costruzioni si deve garantire un certo valore di isolamento di facciata, che si ottiene tramite la scelta oculata di un determinato pacchetto costruttivo.

Nell'analisi di valutazione di comfort acustico, invece, non si pone attenzione solo all'isolamento di facciata, bensì anche al suo grado di assorbimento e alle sue caratteristiche di diffusività. Non si considera quindi la totalità del pacchetto costruttivo, ma solamente la "pelle" dell'edificio ed il modo con cui essa interagisce con il suono. Da normativa infatti non sono fissati dei livelli minimi di assorbimento acustico di un materiale di facciata, eccetto che per l'assorbimento degli intradossi degli aggetti, (ma considerati come fattore correttivo del valore di fonoisolamento di facciata) e sono quindi potenzialmente legittimate situazioni di focalizzazione acustica e di conseguenza scarsi livelli di comfort e privacy. I materiali non si differenziano quindi soltanto nel prezzo e nell'aspetto, ma anche nell'effetto acustico



La diversa riflessione sonora in base a superfici concave e convesse.

Coefficienti di assorbimento acustico di elementi e materiali costruttivi

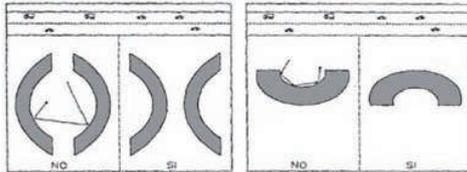
Materiale	Coefficiente di assorbimento alla frequenza di Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Muratura con intonaco di gesso	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Muratura con intonaco civile	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Marmo lucidato o piastrelle	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Pavimento in legno (parquet su sottofondo cementizio)	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Pavimento in gomma	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08
Vetrata (grosso spessore)	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Finestra chiusa	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
Soffitto in cemento	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Soffitto in pannelli di legno	0,28	0,22	0,17	0,09	0,1	0,11
Moquette	0,05	0,1	0,25	0,4	0,6	0,7
Tendaggio leggero	0,03	0,05	0,1	0,15	0,25	0,3
Tendaggio pesante	0,5	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9
Lana di roccia 5 cm	0,38	0,54	0,65	0,76	0,78	0,85
Lana di vetro	0,5	0,75	0,75	0,85	0,75	0,7
Feltro soffice 5 cm	0,25	0,35	0,6	0,85	0,9	0,9
Pannello in fibra di legno incollato	0,15	0,25	0,4	0,5	0,5	0,4
Pannello in fibre minerali incollato	0,15	0,3	0,45	0,5	0,6	0,55

che sono in grado di restituire, ovvero nel loro coefficiente di assorbimento acustico

La forma degli edifici che compongono un determinato insediamento ha conseguenze dirette sulla diffusione del suono ed influisce pertanto marcatamente sulla qualità acustica dello stesso. La forma e la disposizione degli edifici nel territorio vanno ponderate valutando:

- La loro posizione rispetto alle principali vie di traffico;
- La loro posizione rispetto agli edifici antistanti ed adiacenti. Nel caso di fabbricati con forme concave – convesse
- Se possibile la soluzione migliore per prevenire il disturbo da rumore del traffico è orientare l'edificio perpendicolarmente alla via di traffico;
- Se si è invece costretti a stare paralleli alla via di traffico, è allora importante orientare la convessità verso la sorgente di rumore, in modo da rispedirlo direttamente nel contesto, senza intrappolarlo nella forma stessa dell'edificio;

- Per lo stesso motivo, se si hanno due edifici speculari l'uno di fronte all'altro, per evitare che rumori generati all'interno della corte creino fenomeni di focalizzazione acustica, è consigliabile fronteggiarli dal lato convesso.



Corrette e scorrette disposizioni di edifici concavi e convessi.

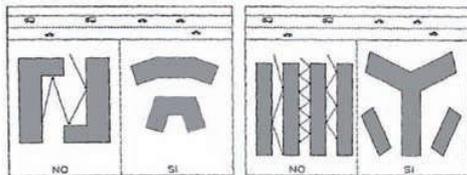
Gli accorgimenti appena esplicitati da soli non risultano sufficienti a creare un ambiente sonoro non disturbante, ma vanno poi accompagnati da una corretta organizzazione planimetrica dell'edificio.

Nel caso di edifici in linea o ad L

- Se possibile la soluzione migliore è orientare l'edificio perpendicolarmente alla via di traffico, in modo da esporre direttamente al rumore solo i lati più corti;

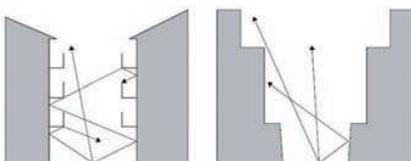
- Se si è costretti a stare paralleli alla via di traffico, è allora di fondamentale importanza la disposizione planimetrica interna dell'edificio.

Per limitare il disturbo dovuto a sorgenti interne alla corte, è invece consigliabile non andare a formare delle corti troppo chiuse dentro le quali il suono, riflesso anche dai materiali di facciata, tenda a creare percorsi sonori disturbanti.



Corrette e scorrette disposizioni di edifici in linea.

L'effetto della forma della facciata, che di solito viene calcolato per ottenerne un valore più preciso d'isolamento acustico, che non è però oggetto della presente trattazione, coopera insieme alla scelta dei materiali della stessa ed alla forma degli edifici al raggiungimento di una buona qualità acustica in un



Esempio tramite ray tracing del comportamento acustico di balconi e facciate a gradoni.

determinato insediamento.

La facciata e dunque la sua risposta alle onde sonore, può diversificarsi grazie alla presenza di:

- prospetto piano;
- ballatoio;
- balcone;
- terrazza.

Questi elementi possono a loro volta ottenere risposte diverse in base a:

- sporgenza;
- materiali riflettenti o assorbenti;
- altezza e forma dei parapetti.

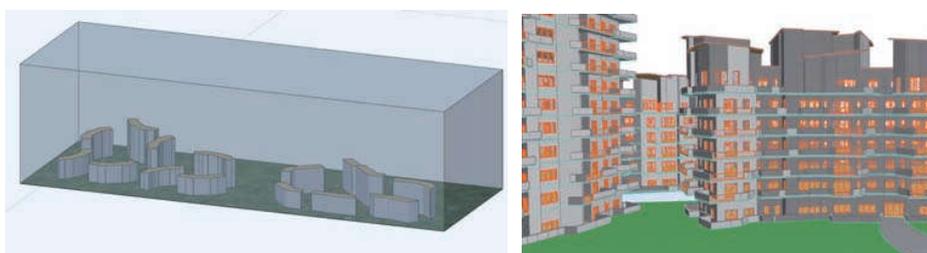
Anche tutti i fattori elencati in precedenza offrono soluzioni diverse di propagazione e diffusione sonora ed incidono sulla risposta acustica di un contesto urbano, rendendone alta o bassa la qualità della vita dei possibili fruitori.

## Un caso di studio: City Life a Milano

Il dipartimento ABC del Politecnico di Milano nell'ambito di una attività di ricerca ha potuto applicare con discreto successo il metodo precedentemente illustrato al nuovo contesto urbano milanese di CityLife. In seguito ad una prima fase di modellazione geometrica si è proceduto ad una restituzione grafica del modello in un software commerciale CAD 3D acustico, tramite il quale è stato possibile indagare i valori degli indici appena discussi all'interno del contesto residenziale oggetto di studio.

Focalizzando in questo caso l'attenzione sull'indice D50 che indica in valore percentuale il corretto bilanciamento di onde dirette e riflesse e dunque la definizione con cui il suono viene percepito, dopo un'adeguata taratura del modello acustico è stata assegnata una posizione arbitraria a tre sorgenti all'interno di ognuna delle tre corti e valutato l'indice di definizione presso le facciate degli edifici.

Dall'immagine sopra riportata si nota come presso le facciate degli edifici l'indice di definizione riporti valori piuttosto bassi, evidenziati con le aree di colore arancione-rosso, consentendo così un buon livello di comfort.



Restituzione grafica del modello tridimensionale del contesto residenziale.

Il metodo illustrato nel presente testo consente, già in fase preliminare, di adoperare scelte progettuali oculate che prendano in considerazione, oltre agli aspetti più comuni come quello architettonico, strutturale ed energetico, anche la problematica acustica che troppo spesso viene dimenticata nella pratica di approccio al progetto. Controllando infatti la forma di un insediamento, la disposizione degli edifici al suo interno, i materiali utilizzati per i rivestimenti di facciata, il sistema di applicazione di questi ultimi e gli arredi urbani impiegati,

è possibile ottenere un quadro completo della sua risposta acustica, permettendo al progettista di modificare alcune scelte pianificate in partenza al fine di migliorare il più possibile la gestione del suono in base alle esigenze di progetto. Tali necessità vanno perseguite valutando, oltre i parametri progettuali e la destinazione d'uso dell'insediamento, anche i fattori psicologici legati al rumore che potrebbero creare situazioni fastidiose per i fruitori del contesto ed in alcuni casi anche l'insorgere di serie patologie. Dall'analisi effettuata risulta quindi importante tenere principalmente sotto controllo due parametri acustici, che risultano i più disturbanti dal punto di vista della percezione uditiva umana, come il livello di pressione sonora e la definizione del parlato.

Mantenuti i suddetti valori entro determinati limiti di accettabilità, considerando un ambiente esterno, si possono quindi perseguire buoni livelli di privacy e benessere acustico.



Mappatura acustica dell'indice STI nel contesto residenziale.

### Bibliografia

- Bosio, E., and Sirtori, W. (2010), *Abitare. Il progetto della residenza sociale tra tradizione ed innovazione*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Maretto, M. (2011), *Ecocities ed eco-quartieri: tra morfologia e progetto urbano, L'industria delle costruzioni*, maggio-giugno, pp. 4-25.
- Aprea D., Continisio F., (2005) *Rapporto sulla gestione dell'inquinamento acustico delle aree metropolitane*.
- Vogliazzo M., (2004), *Milano entra nella modernità*, L'arca N° 194, p.2-5.
- Oberti I., (2011), *Il benessere acustico nell'edificio - dai prodotti alle soluzioni tecnologiche*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna.
- Marschall Long, (2006), *Architectural Acoustics*, San Diego.

arch. Stefania Masseroni; arch. Massimo Guazzotti; prof. Gianni Utica - Politecnico di Milano