

Una proposta per la mappatura acustica strategica del Comune di Pisa

Paolo Gallo, Claudia Balocchi, Mauro Cerchiai, Andrea Panicucci, Duccio Simonetti.

ARPAT – Dipartimento di Pisa – Via V. Veneto, 27 – Pisa

p.gallo@arpat.toscana.it, c.balocchi@arpat.toscana.it, m.cerchiai@arpat.toscana.it,
a.panicucci@arpat.toscana.it, d.simonetti@arpat.toscana.it,

Riassunto

Il Comune di Pisa, pur non rientrando tra gli agglomerati con più di 250000 abitanti, ha già predisposto prima della scadenza del giugno 2007, ai sensi del D. Lgs. 194/05, la mappatura acustica del territorio comunale relativamente al rumore prodotto dalle infrastrutture stradali. Il presente lavoro riporta le fasi della definizione di una proposta per la mappatura acustica strategica di Pisa al fine di determinare, come previsto dalla normativa, in ogni punto del territorio l'esposizione globale al rumore prodotto da tutte le sorgenti di rumore presenti. La mappatura strategica rappresenta uno strumento di fondamentale importanza per la definizione delle previsioni generali per le varie zone del territorio e per l'elaborazione dei piani di azione. Il territorio comunale di Pisa comprende tutte le tipologie di sorgente rientranti nel campo di applicazione del D. Lgs. 194/05 e rappresenta, quindi, un complesso e significativo caso studio di gran parte delle problematiche riscontrabili nell'elaborazione delle mappe strategiche. Il lavoro ha previsto una prima fase in cui sono stati calcolati i livelli sonori determinati da ogni specifica sorgente presente sul territorio, secondo il rispettivo modello suggerito dalla Direttiva Europea 49/2002 (END). Per la taratura dei vari modelli si sono eseguiti rilievi strumentali in punti strategici. In ambiente GIS, i risultati delle varie simulazioni sono stati riferiti alla medesima griglia e sommati insieme, punto per punto, al fine di ottenere il livello globale di rumore presente in ogni zona del territorio. Si è poi provveduto ad elaborare i risultati, in modo da attribuire ad ogni singolo edificio ricadente sul territorio comunale un livello di rumore di facciata globale, mantenendo anche la possibilità di discernere i singoli contributi delle sorgenti. Gli indicatori utilizzati sono stati il $L_{eq}(A)$ diurno e notturno e l' L_{DEN} .

INTRODUZIONE

L'articolo 3 del D. Lgs. 194/05 indica i soggetti obbligati a elaborare le mappe acustiche strategiche ed i termini temporali per la presentazione delle stesse. Tra questi vi sono gli agglomerati con più di 250.000 abitanti, per la prima scadenza del 30 giugno 2007, e gli agglomerati con più di 100.000 abitanti, per la seconda scadenza del 30 giugno 2012. Decorso il primo termine, si dovranno avviare le attività relative agli agglomerati con più di 100.000 abitanti. Secondo quanto indicato in normativa, la definizione di agglomerato (parte di territorio, delimitata dallo Stato membro, la cui popolazione è superiore a 100.000 abitanti e la cui densità di popolazione è tale da essere considerata un'area urbanizzata) può comprendere aree più estese rispetto a quelle comunali. Sul territorio dei comuni che compongono gli agglomerati, le mappe acustiche strategiche devono tenere in considerazione il rumore emesso da: infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroporti, siti di attività industriale inclusi nel campo di applicazione del D. Lgs. n. 59/05 relativo alle procedure IPPC e altre fonti di rumore come le infrastrutture portuali. Per ciascuna di queste sorgenti devono essere tracciate mappe acustiche distinte. La combinazione di queste costituisce la mappatura acustica strategica, che è destinata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa della presenza delle varie sorgenti di rumore.

È in tale contesto che si situa il presente lavoro, che si propone di elaborare una bozza di mappatura acustica strategica del territorio del Comune di Pisa che, sebbene inferiore ai 100.000 abitanti, è possibile che, una volta stabilita ufficialmente dal Ministero dell'Ambiente la lista degli agglomerati italiani (ancora non disponibile anche se il termine del 31/12/2008 fissato dalla normativa è ormai scaduto), possa rientrarvi con l'accorpamento di alcune porzioni di territorio urbanizzate dei comuni limitrofi.

Pisa è una città interessata da quasi tutte le tipologie di sorgenti summenzionate; coesistono, infatti, una fitta rete di strade urbane, ampi tratti di strade di grande comunicazione e di autostrada, cinque linee ferroviarie, un aeroporto internazionale e dieci aziende IPPC, che non saranno però considerate nel presente lavoro. Tale scelta deriva dal fatto che, a fronte di un notevole sforzo necessario per sopperire alla mancanza di dati e informazioni sulle attività, gli insediamenti industriali interessati nel Comune di Pisa hanno un'estensione molto contenuta e il loro impatto è limitato allo spazio circostante, peraltro scarsamente abitato. Questo aspetto sarà, comunque, oggetto dei prossimi approfondimenti. Si è proceduto, quindi, alla mappatura acustica delle altre sorgenti (strade, ferrovie, aeroporto) per ogni periodo di riferimento dettato dalla END (day 6-20, evening 20-22 e night 22-6) ed è stato stimato il numero di persone esposte ai livelli divisi in classi di 5 dB per ogni sorgente e per il rumore globale da loro generato.

STRUMENTI, METODI E PROCEDURE UTILIZZATE

La procedura per l'elaborazione di una mappatura acustica può essere schematizzata nelle seguenti fasi: 1) raccolta dei dati informativi e territoriali; 2) predisposizione del sistema di calcolo per la stima dei livelli sonori; 3) generazione delle mappe acustiche; 4) acquisizione dei dati acustici delle aree da mappare per la calibrazione dei risultati; 5) predisposizione dei risultati secondo i formati stabiliti dagli organi competenti; 6) divulgazione dei risultati della mappatura (informazione al pubblico).

Nel caso della mappatura acustica strategica degli agglomerati, a questa attività di base vanno aggiunte anche le operazioni di sovrapposizione dei risultati conseguiti per le singole sorgenti, funzionali alla redazione delle mappe strategiche.

Alla base del presente lavoro ci sono i seguenti presupposti:

- per il modello di calcolo del rumore veicolare e ferroviario sono state utilizzate basi cartografiche in scala sia 1:2000 che 1:10000, basate su dati acquisiti tra il 1999 e il 2007, dalle quali sono stati ricavati il modello del terreno, la posizione dei binari, delle strade e degli edifici;
- si è fatto uso dei modelli di calcolo ad interim suggeriti dalla END; in particolare si sono usati il metodo di calcolo NMPB-Routes-96 per il rumore da traffico veicolare ed il metodo di calcolo RMR/SRM II per il rumore ferroviario. L'unica eccezione è stata fatta per il modello aeroportuale dove è stato usato il modello di calcolo INM, per mantenere la coerenza col piano di caratterizzazione acustica aeroportuale, pur non discostandosi molto dai risultati ottenibili con il modello ad interim;
- per la correzione meteorologica nei modelli di calcolo veicolare e ferroviario sono state considerate le percentuali di occorrenza di condizioni favorevoli alla propagazione sonora suggerite dalla GPG2 nel caso non fossero disponibili informazioni dirette (50% day, 75% evening, 100% night);
- la mappatura acustica risultante era formata da una griglia di punti, con spaziatura tipica di 10 m, su cui sono stati calcolati i livelli di rumore a 4 m di altezza dal piano di campagna mediante i modelli citati.

TRAFFICO VEICOLARE

I flussi di traffico da inserire nel modello di calcolo del rumore sono stati ottenuti applicando un modello di previsione dei flussi di traffico. Il modello utilizzato è di tipo "statico" e i calcoli sono stati effettuati usando un software di modellizzazione apposito. I dati di input da fornire al modello, ottenuti applicando un criterio di domanda/offerta ad una matrice di fattori di pesatura, uno per ogni strada, che tiene in considerazione il tempo di viaggio e il costo, sono basati sui dati forniti dagli enti locali, mentre sono stati elaborati dei fattori di pesatura per descrivere anche i più recenti interventi sul traffico (come le nuove rotatorie).

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE

I flussi di traffico considerati sono stati ricavati da documentazione ufficiale fornita da Rete Ferroviaria Italiana e dal giorno "medio" ricavabile da tali dati. Si è passati attraverso una fase di calibrazione del modello realizzata confrontando i livelli calcolati con quelli misurati in specifici punti di controllo. A tale scopo, contestualmente all'esecuzione di rilevamenti fonometrici in continua, sono state effettuate acquisizioni video per identificare i convogli transitanti e per permettere la determinazione della loro velocità di percorrenza e condizioni di frenatura. Sono state poi eseguite specifiche modellizzazioni considerando i flussi ferroviari reali transitati durante le misurazioni. Per diminuire gli scarti tra i livelli calcolati e quelli misurati si è agito sui dati di sorgente, modificando la tipologia di binari e di disconnessioni. Inoltre, è stata effettuata una specifica campagna di misure per caratterizzare la stazione di Pisa Centrale e contestualmente è stata modellizzata una sorgente areale in corrispondenza della stazione per simulare l'emissione sonora di questo sito.

AEROPORTO

I primi dati di input per il software INM sono stati quelli riferiti alla caratterizzazione dell'aeroporto quali la localizzazione della pista e la quota sul livello del mare del centro (3 m); inoltre, riguardo ai parametri meteo, sono stati inseriti dei dati medi di pressione e temperatura, posti rispettivamente pari a 755 mm Hg e 15°C.

I dati successivi sono quelli riferiti ai flussi di traffico divisi per tipologia di velivolo: è stato stimato il traffico e la percentuale di voli in direzione Nord di un giorno "medio" annuo considerando la variabilità stagionale del numero e della direzione dei voli. I dati di traffico inseriti sono relativi ai soli voli civili, escludendo quelli militari. Per le traiettorie sono state utilizzate le proiezioni a terra delle rotte non essendo disponibili le tracce radar dei sorvoli poiché di proprietà militare (quello di Pisa è un aeroporto militare aperto al traffico civile).

Gli indicatori europei di rumore utilizzati sono stati opportunamente definiti nelle procedure di calcolo del software. Infine, non è stata effettuata la modellizzazione acustica della movimentazione degli aeromobili nei piazzali vicini all'aerostazione poiché non sono ancora stati ultimati tutti i lavori di ampliamento incluso il previsto posizionamento di una barriera fonoassorbente.

DEFINIZIONE DELLA MAPPATURA ACUSTICA STRATEGICA

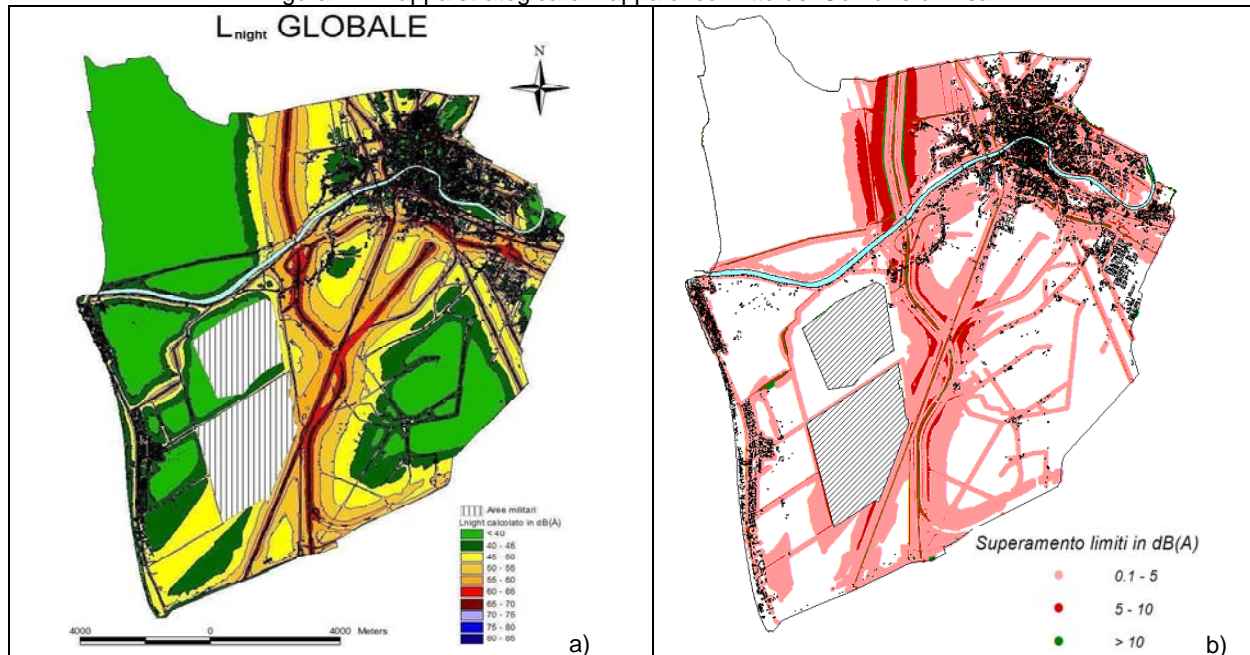
La prima fase ha riguardato l'esportazione, dai rispettivi software di calcolo, delle mappe di rumore di output delle tre sorgenti indagate, sottoforma di griglie georeferenziate, per ciascun periodo di riferimento.

È importante sottolineare che tale operazione ha richiesto, per le successive elaborazioni, di operare su una stessa base cartografica e di posizionare i punti relativi ai livelli di pressione sonora dovuti alle diverse sorgenti di rumore su una griglia con uguale frequenza spaziale (10 m) e ugualmente georeferenzata.

Una volta importati in ambiente GIS tali dati, per poter ottenere la mappa acustica strategica si sono sommati energeticamente i livelli dei punti spazialmente corrispondenti di ciascuna "sottogriglia". Tale

operazione, ripetuta per ogni l'indicatore L_{den} o L_{night} o L_{Aeq} diurno, ha consentito di ottenere alla fine le tre mappe distinte (in fig. 1.a è riportata quella corrispondente a L_{night}).

Figura 1 – Mappa strategica e mappa di conflitto del Comune di Pisa.



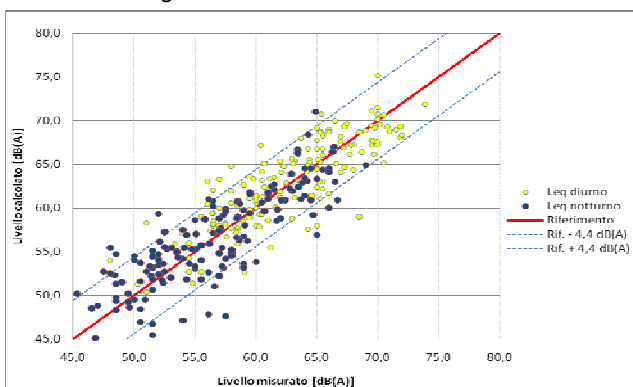
Mappa acustica strategica (a sx) e mappa dei conflitti (a dx) del Comune di Pisa relative al periodo notturno.

Si è infine provveduto ad effettuare un confronto della mappatura acustica strategica con i limiti normativi italiani vigenti in ogni porzione del territorio del Comune, considerando sia la classificazione acustica che le fasce di pertinenza delle infrastrutture [Gallo], al fine di costruire una mappa di conflitto che risulterà sicuramente utile nella definizione delle eventuali zone da risanare (in fig.1.b per il periodo notturno).

VALIDAZIONE DEI RISULTATI

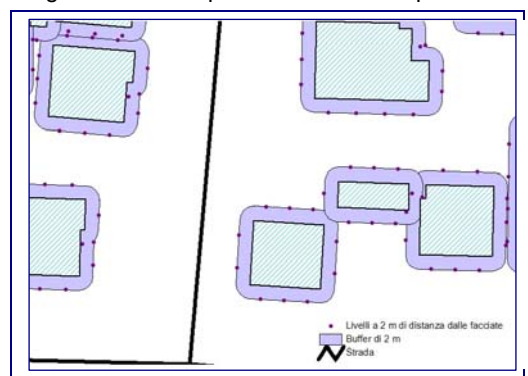
I valori teorici ottenuti dal modello sono stati confrontati con quelli misurati in una serie di siti, in modo da realizzare una vera e propria verifica della validità della mappatura acustica strategica.

Figura 2 – Validazione dei risultati



Validazione della mappatura tramite confronto con misure di rumore: caso diurno (cerchietti gialli) e notturno (blu). E' riportata anche la fascia corrispondente all'incertezza.

Figura 3 – buffer per il calcolo dell'esposizione



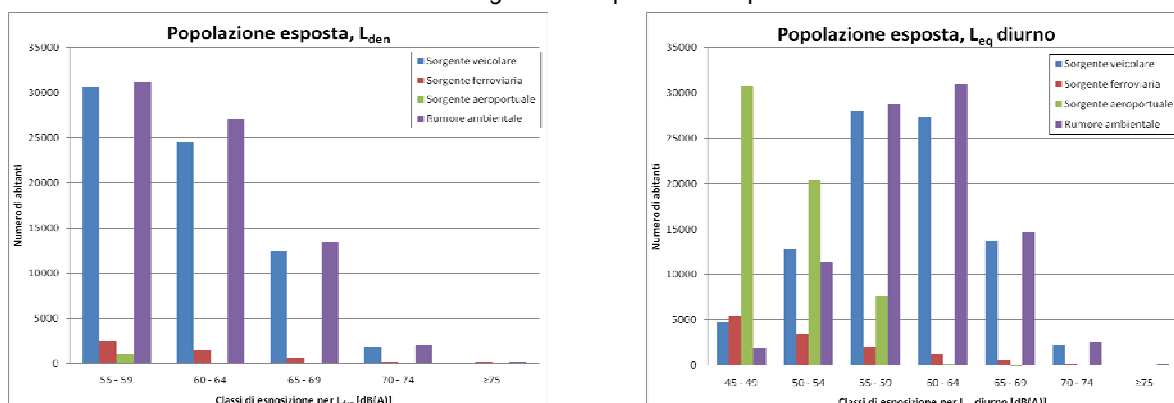
Esempio di calcolo del livello di rumore di facciata tramite l'uso di un buffer e dell'interpolazione dei livelli con passo di 2 m

Il confronto è stato effettuato attingendo dal database delle misure effettuate a vario titolo da ARPAT sul territorio pisano, nel periodo 2006-2008: una rappresentazione della distribuzione dei punti di misura e dei corrispondenti valori ottenuti dalle modellizzazioni si può trovare in fig. 2.

Le misure sono state scelte tra quelle relative alle tre sorgenti qui considerate (escludendo quindi i siti interessati da rumore industriale) e tra esse figurano anche quelle commissionate dal Comune per la stesura del recente Clima Acustico [Balocchi]. Per ciascuno dei punti di misura disponibili (74 misure in continua di almeno 48h e 92 misure spot di circa 1h), è stata effettuata una simulazione, in modo da ottenere il

corrispondente livello teorico di rumore ambientale. Il 90,3% dei risultati nel periodo diurno e l'80,2% in quello notturno ricadono entro l'intervallo di incertezza stimato a priori (circa 4,4 dB(A)) [Panicucci].

Figura 4 – Popolazione esposta



Esempio di risultati ottenuti per la popolazione esposta durante il periodo diurno, e ai livelli giornalieri LDEN suddivisa per sorgente principale e ambientale complessiva

STIMA DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

Una volta identificati gli edifici residenziali, si è proceduto ad effettuare un'interpolazione dei livelli calcolati per ogni periodo di riferimento e per ogni sorgente indagata, includendo anche la loro sovrapposizione energetica, secondo una griglia con una spaziatura di 2 m, in modo da aumentare il grado di dettaglio nei pressi dei ricettori. Tale lavoro è derivato dalla necessità di evitare di associare ad un edificio un livello troppo lontano dalla facciata e quindi poco realistico in quanto la mappatura acustica è stata realizzata su una griglia di punti spazati di 10 m. Infine, per determinare i livelli a 2 m di distanza dalle facciate delle abitazioni, sono state importate nel software di modellazione le griglie interpolate e lo shapefile dell'edificio; grazie ad una funzione specifica, è stato così possibile generare per ogni periodo di riferimento, per ogni sorgente e per l'insieme delle sorgenti considerate nella mappa strategica, una corona di punti spazati di 2 m attorno ad ogni edificio residenziale del territorio comunale.

Il passo successivo ha riguardato la creazione di un *buffer* di ampiezza pari a 2 m attorno ai singoli edifici, ai quali è stato assegnato un codice identificativo univoco (ID) (fig. 3). Tramite il codice sono stati quindi associati i livelli di rumore ad ogni edificio e successivamente determinati i livelli di facciata massimo e minimo. In questo modo è stato possibile stimare, come richiesto dalla END, la popolazione esposta alle varie classi di livello di rumore, ma anche evidenziare l'eventuale presenza di una facciata silenziosa, calcolando semplicemente la differenza algebrica tra i due livelli identificati per ciascun edificio. Utilizzando poi la base dati anagrafica fornita dal Comune, passando attraverso il calcolo di una densità volumetrica di popolazione, è stato possibile correlare i livelli della facciata più esposta agli abitanti di ogni edificio, pervenendo ai risultati mostrati in fig. 4.

CONCLUSIONI

Dal grafico in figura 2 si evince l'ottimo accordo tra livelli di rumore misurati sul territorio e quelli calcolati con il presente lavoro, ma anche la tendenza del modello a sovrastimare leggermente i valori misurati. Questo aspetto è sostanzialmente dovuto al fatto che le simulazioni sono state eseguite considerando flussi veicolari e ferroviari tipici riferiti al lungo periodo (anno), come tra l'altro previsto dalla END, mentre le misure si riferiscono a situazioni di traffico contingenti. Questo si nota soprattutto per bassi livelli nel periodo notturno corrispondentemente ad un maggior contributo del rumore ferroviario, per il quale i dati di traffico utilizzati nel modello differiscono sensibilmente da quelli presenti durante le misure. Infine, i punti che si discostano maggiormente dalla fascia delimitata dalle incertezze si riferiscono soprattutto a siti cittadini, nel periodo notturno, in cui il rumore antropico non risulta più trascurabile rispetto a quello veicolare.

Bibliografia

Panicucci A., "Definizione della mappatura acustica strategica del Comune di Pisa ai sensi della Direttiva europea 49/2002/EC", 2009, Tesi di Laurea Specialistica in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente, Università Pisa, Rel.: G. Licitra.
 Balocchi C., Gallo P., Menichini F., "Valutazione del Clima Acustico del Comune di Pisa – Rapporto finale", 2006, ARPAT – Dipartimento di Pisa.
 Gallo P., Licitra G., Chiari C., Panicucci A., Balsini F., "Il rumore delle infrastrutture di trasporto in ambito urbano: necessità di una mappa generale dei limiti finalizzata alla definizione delle aree di intervento e all'assegnazione delle competenze per il risanamento", Atti Convegno "Controllo ambientale degli agenti fisici: nuove prospettive e problematiche emergenti", Vercelli 24-27 marzo 2009.