

IMPIEGO DI MODELLI PREVISIONALI INNOVATIVI PER LA VALUTAZIONE DEL RUMORE STRADALE E FERROVIARIO IN AREE URBANE

Memoria presentata al XXVII Convegno Nazionale Associazione Italiana di Acustica, , Genova, 26-28 maggio 1999

A. Farina ⁽¹⁾, I. Tonella ⁽²⁾

Dip. Ing. Industriale, Università di Parma, viale delle Scienze – 43100 – Parma

Tel. 0521 905701 - Fax 0521 905705 - [HTTP://pcfarina.eng.unipr.it](http://pcfarina.eng.unipr.it)

E-mail: ⁽¹⁾ farina@pcfarina.eng.unipr.it, ⁽²⁾ ilaria@pcfarina.eng.unipr.it

SOMMARIO

La memoria descrive uno dei primi esempi di impiego delle nuove tecniche previsionali recentemente sviluppate per lo studio dell'emissione e della propagazione del rumore in ambito urbano. L'esempio scelto è particolarmente significativo, in quanto nell'area studiata coesistono sorgenti di rumore stradale e ferroviario, in presenza di condizioni di propagazione rese complesse da un tessuto edilizio abbastanza denso, ma con spazi vegetati ed ostacoli naturali.

La memoria descrive sia i risultati previsionali ottenuti, sia le sostanziali innovazioni introdotte nel modello di calcolo Disiapyr rispetto alla prima versione dello stesso. Una estesa campagna di validazione di questa nuova metodica di calcolo è in corso presso numerose Agenzie Regionali di Protezione dell'Ambiente.

INTRODUZIONE

L'area oggetto dell'indagine (denominata "Fiumara" e sita a ridosso dell'area portuale di Genova) costituisce un tipico esempio di riconversione di area ex-industriale, all'interno della quale si prevede di realizzare una vasta zona di verde pubblico, un centro commerciale, un comparto residenziale, un cinema multisala ed un palazzetto dello sport, oltre ad edifici per uffici e servizi. Stante l'estensione dell'opera progettata, la stessa è soggetta a procedura di V.I.A.; le caratteristiche della stessa, inoltre, fanno sì che la valutazione di compatibilità acustica risulti di fatto discriminante sull'intero processo di V.I.A. .

L'impostazione di base del presente studio si basa sul massiccio impiego di modelli matematici per la previsione della propagazione del suono [1,2,3,4], ed in particolare del modello DISIAPYR [3]. Tale innovativa metodica di calcolo, basata sul tracciamento di piramidi con calcolo in bande d'ottava, è stata messa a punto nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale DISIA finanziato dal Ministero dell'Ambiente, avente titolo "Risanamento acustico delle aree urbane".

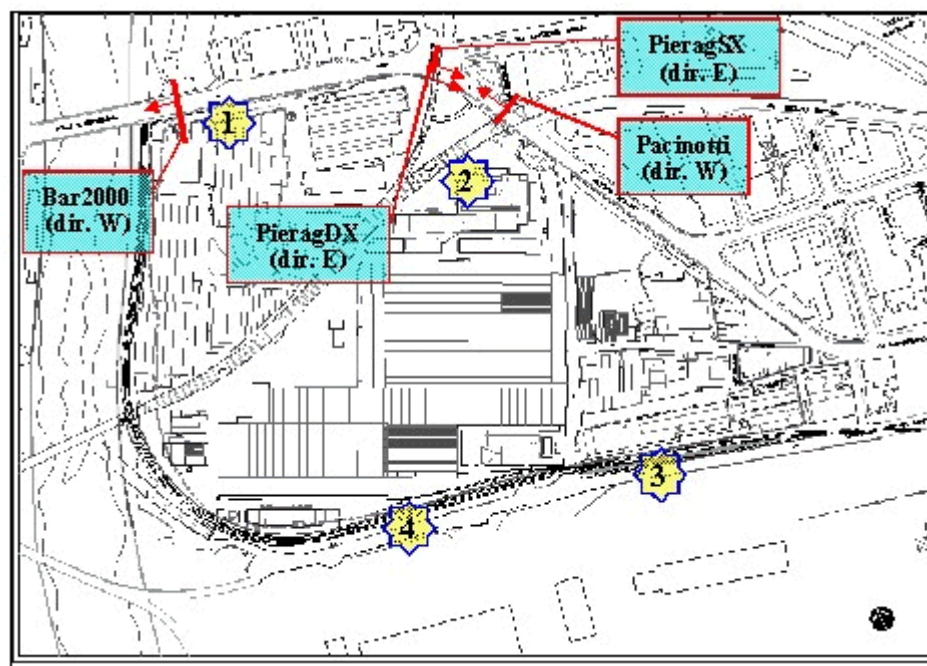
Scopo dello studio è definire la situazione acustica ante-operam sull'intera area, grazie all'impiego di avanzate tecniche di modellazione matematica, tarate sulla base dei dati acustici rilevati sperimentalmente e sulla base di conteggi automatizzati del traffico stradale e ferroviario; tramite le stesse tecniche vengono poi stimati gli effetti acustici prodotti dalla costruzione dei nuovi edifici,

tenendo conto sia del loro effetto schermante, sia dell'incremento di traffico stradale da essi richiamato, sia infine della presenza di sorgenti sonore concentrate.

RILIEVI SPERIMENTALI

Scopo dei rilievi era primariamente la taratura del modello matematico: ciò ha comportato l'esecuzione di un numero di rilievi ridotto, ma corredati delle informazioni sui flussi di veicoli stradali e ferroviari in transito durante i rilievi stessi.

La seguente figura riporta, sulla planimetria dello stato di fatto, la posizione dei punti di rilievo fonometrico, nonché delle centraline impiegate per il conteggio dei flussi stradali.



Il punto 1 è relativo al rilievo su 24 ore del rumore del traffico stradale su via Pieragostini; è stata impiegata una risoluzione temporale di 15 minuti per il livello equivalente ponderato A conformemente alla frequenza di rilievo dei dati di traffico.

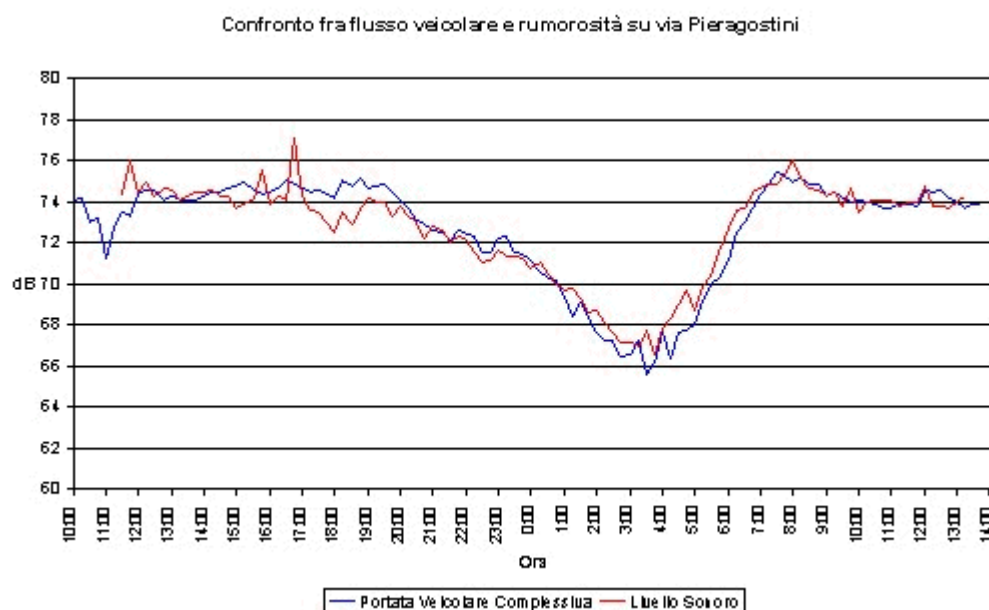
Il punto 2 è relativo al rilievo in continua del rumore ferroviario. Impostando lo strumento per la misurazione separata degli eventi al di sopra di un valore di soglia e con durata minima, è stato possibile ottenere separatamente il livello equivalente relativo ai treni e al rumore di fondo, nonché la somma dei due precedenti, su un periodo di 24 ore.

Nei punti 3 e 4, nei quali sono state fatte misure del livello equivalente ponderato A della durata di 30 minuti, si è considerata oltre alla rumorosità prodotta dal traffico stradale, il rumore generato dalle attività industriali del porto, situato a Sud dell'area in esame.

I conteggi veicolari effettuati nelle postazioni 1, 2 e 3, relativi ad una singola corsia, grazie all'installazione di un sistema a doppio tubo, hanno portato a suddividere i veicoli in tre classi tipologiche (autovetture, veicoli pesanti e motocicli) e in altrettante classi di velocità. Nella quarta postazione, denominata "BAR 2000", poiché i veicoli scorrono su due corsie è stato possibile conteggiare solamente il numero complessivo degli stessi.

Nel punto 1 si è confrontata la distribuzione dei flussi veicolari con l'andamento del livello equivalente ponderato A. Il grafico successivo è stato ottenuto calcolando il logaritmo decimale della portata veicolare totale e aggiungendo una costante di taratura onde rendere confrontabili i valori

numerici ai valori del livello equivalente.



MODELLI MATEMATICI DEL RUMORE FERROVIARIO E STRADALE

La versatilità di impiego e potenza ottenibile da modelli di calcolo sviluppati in proprio, ed adattati alle esigenze di impiego, non è riscontrabile (ovviamente) in nessun modello di calcolo “commerciale”; nel caso in esame si è pertanto fatto impiego di un sistema di calcolo basato su una apposita implementazione dell'algoritmo di “pyramid tracing”, con taratura dei dati acustici sulla base dei rilievi sperimentali eseguiti [5], ed interfacciamento alle basi dati cartografiche digitalizzate già disponibili. Inoltre i risultati delle elaborazioni vengono così resi disponibili nel formato più idoneo alla successiva eventuale fase di progettazione degli interventi di bonifica.

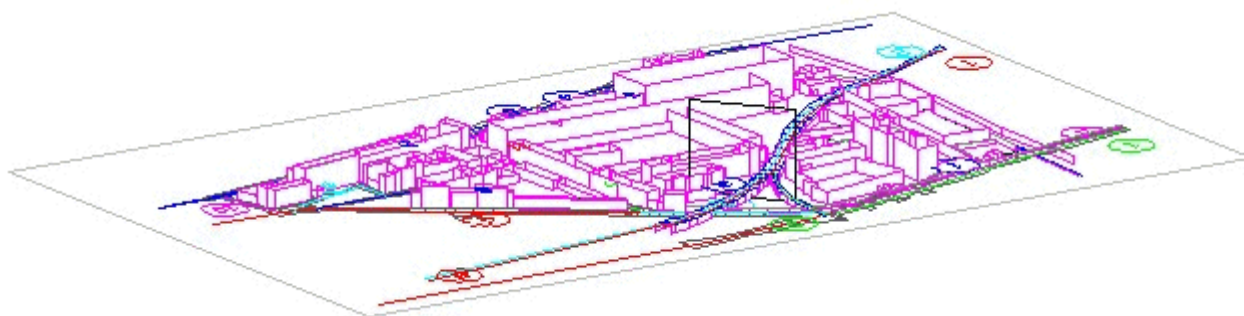
Per quanto attiene la descrizione generale dei principi di funzionamento del codice di calcolo citato, denominato DISIAPYR in quanto sviluppato nell'ambito di un progetto DISIA nazionale, si rimanda alle pubblicazioni già effettuate in materia [2,3,4].

Il programma è stato recentemente aggiornato alla vers. 2.0, aggiungendo una migliore gestione di territori altimetricamente complessi, la possibilità di eseguire il calcolo in un sottoinsieme di punti specificati, ed incrementando notevolmente le prestazioni in seguito alla ricompilazione a 32 bit.

In particolare, è ora possibile estrarre automaticamente le informazioni altimetriche a partire da una cartografia digitalizzata contenente le quote s.l.m.: a partire da tali dati, il programma di interpolazione grafica Surfer costruisce una griglia regolare di quote altimetriche, su un reticolo che coincide con quello impiegato per la mappatura acustica. E' così divenuto possibile scegliere se effettuare la mappatura acustica ad una quota costante oppure ad un sovrizzo costante sul terreno, nonché l'ottenimento automatico di sezioni verticali che comprendono il profilo del terreno.

RISULTATI DELLE SIMULAZIONI - STATO DI FATTO

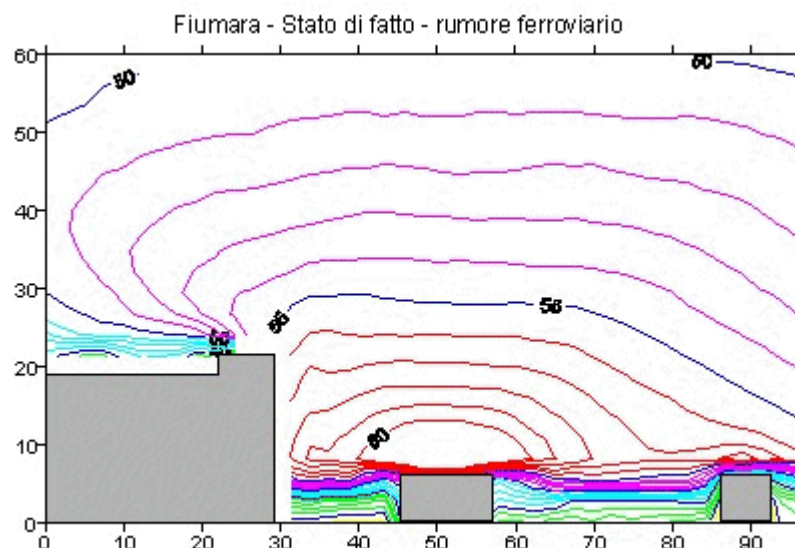
Il programma Disiapyr richiede una accurata modellizzazione tridimensionale della geometria del sito. E' stata pertanto realizzata una idonea cartografia tridimensionale in ambiente Autocad, partendo dalla planimetria del rilievo dello stato di fatto, ed elevando sulla stessa le entità tridimensionali (3DFACE) richieste dal programma di calcolo. La seguente figura illustra schematicamente la geometria adottata.



I dati di traffico sulle vie di traffico sono stati assunti sulla base dei conteggi effettuati e su stime conseguenti della distribuzione dei flussi primari sulle vie laterali.

Si è anzitutto verificato che i valori di rumorosità calcolati dal modello non fossero troppo discosti dai dati rilevati sperimentalmente nei 4 punti di rilievo impiegati per la taratura. Si è a tal scopo eseguita una elaborazione separata della emissione stradale e ferroviaria, onde confrontare separatamente i valori dei due tipi di rumore, ed in accordo al nuovo decreto sul rumore ferroviario, che sancisce di fatto la non-cumulabilità fra esso ed il rumore ambientale di origine diversa. La taratura ha portato ad un accordo più che ragionevole tra i dati calcolati e quelli sperimentali nelle corrispondenti postazioni, nei limiti di accuratezza comunque ottenibili [6].

Si è proceduto quindi alla mappatura in pianta e in sezione del rumore separatamente nel periodo diurno e notturno, e sempre mantenendo separato il rumore da traffico ferroviario dal restante rumore ambientale. La seguente figura mostra il risultato della mappatura su una sezione verticale, ortogonale alla linea ferroviaria, relativa al periodo notturno ed ovviamente al solo rumore emesso dalla ferrovia stessa.

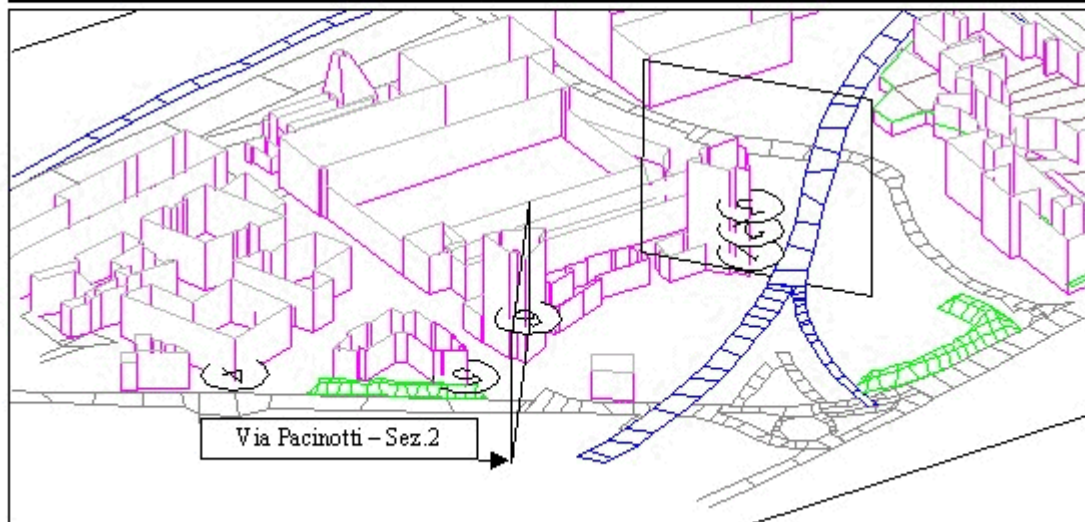


RISULTATI DELLE SIMULAZIONI - STATO DI PROGETTO

Il calcolo è stato poi ripetuto relativamente allo stato di progetto. In questo caso sono stati inseriti gli edifici progettati ed il parco, dotato di dune vegetate, che forniscono una non trascurabile azione schermante ai piani bassi degli edifici. I dati di traffico stradale utilizzati tengono conto della nuova viabilità già progettata per la zona circostante, e dei flussi addizionali generati dalle opere progettate.

Sono stati individuati 6 punti di calcolo particolarmente critici, localizzati sul fronte degli edifici più esposti al rumore stradale e ferroviario. Essi sono visibili nella figura sottostante. Il calcolo eseguito per punti ha fornito questi risultati:

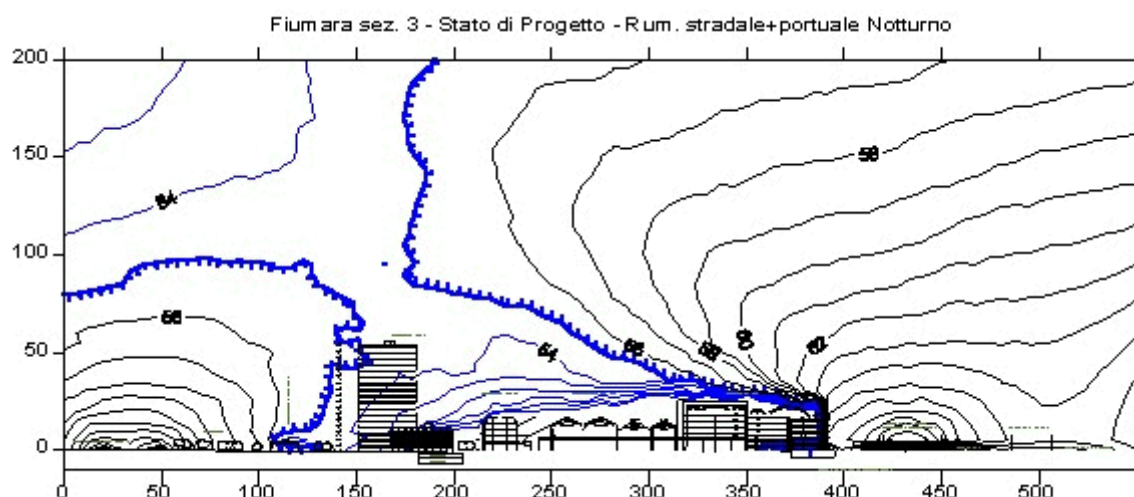
Punto n.	Leq Treni Giorno	Leq Strada Giorno	Leq Totale Giorno	Leq Treni Notte	Leq Strada Notte	Leq Totale Notte
1	63.2	59.1	64.6	57.8	54.3	59.4
2	62.4	59.3	64.1	56.9	54.4	58.8
3	59.8	59.5	62.7	54.3	54.5	57.4
4	51.3	68.2	68.3	45.9	62.3	62.4
5	51.8	62.4	62.8	46.3	56.6	57.0
6	56.0	62.1	63.1	50.6	56.2	57.3



In merito ai valori numerici ottenuti, si deve osservare che i limiti di legge sono rispettati quasi ovunque, assumendo per gli edifici ad uso abitativo una classe di destinazione d'uso 4 (limiti 65/55) e per gli edifici adibiti a servizi comunali (punto 4) una classe di destinazione d'uso 5 (limiti 70/60). Si deve anche osservare che, con il nuovo assetto normativo, tali valori limite si applicano al solo rumore da traffico stradale, in quanto tutti gli edifici suddetti si trovano entro la fascia di pertinenza della infrastruttura ferroviaria, ove il rumore da essa emesso va separatamente considerato a fronte di limiti più elevati: 70/60 per i recettori 1,2,3, collocati a meno di 100m dal binario, e 65/55 per gli altri.

Comunque, nel periodo notturno e nei soli recettori indicati come 4,5,6, il rumore da traffico stradale produrrà un lievissimo superamento del limite. Tale superamento è di così modesta entità, e spazialmente così circoscritto, che in pratica non si rende necessaria alcuna opera di mitigazione dell'impatto, purché in sede di realizzazione del progetto architettonico dei singoli edifici si riconsideri la ridistribuzione delle volumetrie all'interno dei lotti di pertinenza.

Ovviamente sono poi state elaborate anche le mappature isolivello in pianta (sempre tenendo separato il rumore ferroviario da quello di altra origine) e su 4 sezioni verticali. Si riporta qui, in quanto particolarmente significativa, la mappatura sulla sezione verticale n. 4, che taglia trasversalmente l'intera area. Tramite essa, infatti, si può osservare l'effetto della rumorosità proveniente dall'area portuale, che è stata rappresentata mediante alcune sorgenti concentrate di idonea potenza collocate al centro della zona portuale stessa.



CONCLUSIONI

Nell'ambito dello studio sopra descritto, i modelli di calcolo utilizzati si sono dimostrati validi sia dal punto di vista della simulazione dello stato di fatto, dove è stato raggiunto il sostanziale accordo con i dati sperimentali, sia per la simulazione dello stato di progetto, dove la nuova versione ha permesso una maggiore rapidità di calcolo, una maggiore flessibilità di output (calcolo in pianta, in sezione e puntuale) e una migliore interfaccia utente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Farina A., *Modelli matematici per la previsione della diffusione del suono*, Acqua Aria, n. 3, pagg. 257-268, Marzo 1991.
- [2] Farina A., Brero G., Pollone G., *Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la mappatura acustica delle aree urbane*, Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.
- [3] Farina A., Brero G., *Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la progettazione di dettaglio delle opere di bonifica acustica in area urbana*, Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.
- [4] Farina A., *Modelli numerici per il rumore da traffico stradale e ferroviario in aree urbane*, Atti del Convegno "Rumore? Ci stiamo muovendo - Secondo seminario sull'Inquinamento Acustico" - Roma, 26-27 ottobre 1998.
- [5] Farina A., Maffei L., *Sound Propagation Outdoor: comparison between numerical previsions and experimental results*, In the volume "Computational Acoustics and its Environmental Applications" pp. 57-64, Editor C.A. Brebbia, Computational Mechanics Publications, Southampton (GB) 1995.
- [6] Pompoli R., Farina A., Fausti P., Bassanino M., Invernizzi S., Menini L., *Intercomparison of traffic noise computer simulations*, In: atti del XXIII Convegno Nazionale AIA - 18th AICB, Bologna, 12-14 settembre 1995, supplemento, p.523-559.