

## **NOISE MAPPING & GIS: ArcGIS e i Piani di Risanamento Acustico Autostradale**

D. Spoglianti (\*), Carlo Alessandro Bertetti (\*\*), Roberto Spedale (\*\*)

(\*) *SINA SpA MILANO*

(\*\*) *Studio Progetto Ambiente S.r.l. TORINO*

### **Abstract**

Il GIS Acustico si sta annunciando nel panorama legislativo nazionale (DMA 29.11.2000) ed europeo (Direttiva 2002/49/CE) come strumento operativo per la gestione e pianificazione del rumore ambientale. Gli interventi riguardano grandi infrastrutture di trasporto autostradali, ferroviarie e aeroportuali, aree urbane con più di 250.000 abitanti e grandi aree industriali.

Tutte le fasi del progetto, a partire dal censimento del sistema edificato, sono state gestite attraverso l'uso della tecnologia ESRI

ArcGIS, personalizzato nell'interfaccia mediante ArcObject e installato su un Tablet PC, ha consentito un accurato rilievo delle migliaia di edifici che contraddistinguono le aree di studio. L'archiviazione dei dati in un Personal Geodatabase interfacciabile con il software di modellazione acustica SoundPLAN consente uno scambio bi-direzionale tra i due applicativi. Infine i risultati dei calcoli sono stati importati in ArcGIS dove è avvenuta la fase finale di analisi.

### **Il Progetto**

#### **Introduzione**

Il GIS Acustico si sta annunciando nel panorama legislativo nazionale ed europeo come strumento operativo per la gestione e pianificazione del rumore ambientale.

In particolare tutti gli adempimenti del DMA 29.11.2000 sui piani di risanamento acustico autostradali e della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (END potranno essere affrontati con questo strumento.

La significativa estensione dell'area di studio e la grande quantità di dati territoriali e di informazioni da gestire e interrelate agli indicatori di rumore al fine della mappatura e della realizzazione delle mappe acustiche, presuppone la necessità di interfacciare in modo bi-direzionale i modelli previsionali del rumore ad ArcGIS. ArcGIS permette di integrare le informazioni territoriali con le informazioni alfanumeriche proprie di un sistema insediativo (destinazione d'uso degli edifici, altezza degli edifici, numero di abitanti, presenza di facciate silenziose, ecc.) e con i dati sulla popolazione, sulle sorgenti di emissione, sugli interventi di risanamento già attuati, ecc.

Il GIS acustico ricopre prevalentemente una funzionalità di tipo gestionale permettendo al gestore dell'infrastruttura stradale di disporre di uno strumento per mezzo del quale adempiere agli obblighi di legge e nel contempo di monitorare la realizzazione degli interventi lungo tutta la durata del piano di risanamento acustico. La gestione di tutto il progresso informativo (rilievi di rumore, interventi realizzati, ecc.), l'archiviazione dei dati ambientali di interesse per le problematiche del rumore (P.R.G, classificazioni acustiche comunali, ecc.), unitamente all'aggiornamento sistematico degli archivi, permette l'integrazione e la correlazione con altri strumenti gestionali relativi ad esempio al catasto stradale e alla gestione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il software destinato alla mappatura degli indicatori di rumore nazionali Leq(6-22) e Leq(22-6) ed europei (Lden e Lnight) interagisce con l'interfaccia di ArcGIS importando tutti i dati geometrici e alfanumerici necessari alle simulazioni. I risultati dei calcoli (curve isolivello, mappe di rumore, livelli sulle facciate, ecc.) possono quindi essere esportati in ArcMAP dove avviene la fase finale di analisi dei dati di rumore, la realizzazione delle

mappe di rumore o strategiche, la correlazione con i dati di popolazione, la sovrapposizione e l'organizzazione della presentazione dei risultati.

Tutto il progetto è stato gestito mediante ArcGIS intervenendo in maniera massiccia nella personalizzazione dell'interfaccia e nella creazione di funzionalità *ad hoc* mediante la programmazione di script in ArcObject.

Per quanto riguarda la modellazione acustica si è utilizzato il software SoundPLAN commercializzato in Italia da SPECTRA srl. L'attuale versione 6.2 implementa le funzioni di importazione degli shapefile.

### **L'area di studio e sintesi delle attività svolte**

L'area di studio del progetto è caratterizzata da un ambito di 250 metri a partire dal ciglio dell'infrastruttura autostradale. In particolare vengono evidenziate due fasce, una di 100 metri (denominata fascia A) e una seconda di 250 metri (fascia B) entrambe caratterizzate da precisi limiti acustici di legge diurni e notturni (livelli di soglia  $L_{(6-22)}$  e  $L_{(22-6)}$ ) che devono essere rispettati.

Particolare attenzione, oltre che agli edifici residenziali, viene rivolta ai ricettori sensibili, vale a dire scuole, ospedali, case di cura e tutte quelle strutture che debbono essere maggiormente tutelate dal punto di vista acustico.

Per gli edifici in fase di costruzione o di nuova costruzione recentemente ultimati, si pone la necessità di poter discriminare se la concessione edilizia è precedente o posteriore al 16 giugno 2004. Infatti, per quanto riguarda gli "Interventi di risanamento acustico a carico del titolare" descritti all'Art. 8 del DPR 142/2004, nel caso di infrastrutture stradali esistenti gli interventi per il rispetto dei limiti di cui agli articoli 5 e 6 sono a carico del titolare della concessione edilizia o permesso di costruire, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del decreto. In FASE 2 è prevista la verifica delle date di rilascio delle concessioni edilizie.

Le principali attività svolte in FASE 1 riguardano:

- Predisposizione della cartografia di base, incluso l'aggiornamento con la nuova edificazione non ancora presente.
- Acquisizione delle informazioni per la compilazione del database del sistema ricettore (censimento dei ricettori) tramite sopralluoghi estesi all'intero ambito di studio di fascia A e B.
- Verifica di significatività delle sorgenti di rumore concorsuali e calcolo del livello di soglia per il singolo ricettore residenziale o sensibile.
- Sintesi delle misure di rumore pregresse.
- Verifica di campo e sintesi degli interventi di mitigazione acustica già realizzati.
- Analisi dei dati meteorologici utilizzabili per la caratterizzazione dell'area di intervento e sintesi degli indicatori influenti sulla propagazione del rumore.
- Svolgimento di specifiche attività di monitoraggio finalizzate alla calibrazione del modello previsionale.
- Calibrazione del modello previsionale SoundPLAN.
- Calcolo dei livelli di rumore, per il periodo diurno e notturno, in tutti gli edifici residenziali e sensibili compresi nell'ambito di studio di fascia A e B in base al traffico giornaliero medio "TGM" dell'anno 2004.
- Identificazione del punto di massima esposizione di ogni edificio.
- Confronto tra i livelli di rumore calcolati sui punti di massima esposizione ed i rispettivi valori limite di immissione.
- Identificazione delle aree di superamento dei limiti.
- Predisposizione delle sintesi comunali.

### ***La cartografia***

La modellizzazione acustica e la presentazione dei risultati in ArcGIS ha richiesto l'uso di una cartografia vettoriale riservandosi di usare immagini raster e eventuali ortofoto, aeree o satellitari, unicamente come sfondo per i tematismi finali.

La cartografia di cui dispongono i gestori delle infrastrutture di trasporto stradali non sempre è sufficiente a coprire l'intera area di studio. L'estensione dei rilievi (tipicamente in scala 1:1000) è generalmente dell'ordine di 60-70 metri dal ciglio dell'infrastruttura e raramente copre l'intera fascia di pertinenza acustica. Nel caso in cui non siano disponibili altre basi cartografiche si ricorre quindi all'uso della carta tecnica regionale normalmente in scala 1:10000 o, preferibilmente, 1:5000. Tale base deve essere integrata con quella a più alta precisione al fine di garantire una maggiore accuratezza della modellazione acustica. La carta tecnica regionale viene quindi ritagliata seguendo un buffer ricavato dalla carta al 1:1000.

La cartografia di base è stata georeferenziata secondo il sistema di riferimento UTM WGS84 utilizzando gli strumenti di proiezione cartografica di ArcGIS.

Una volta ottenuta una base cartografica omogenea si è proceduto all'estrazione e all'esportazione in un PERSONAL GEODATABASE di una serie di tematismi e in particolare quelli del sistema edificato, dell'autostrada ed di altre infrastrutture stradali e ferroviarie che possono partecipare ad eventuali fenomeni di concorsualità acustica.

### ***Il censimento dei ricettori***

Le aree di studio che caratterizzano un progetto di risanamento acustico autostradale possono contenere migliaia di edifici per ognuno dei quali devono essere acquisite numerose informazioni quali ad esempio la destinazione d'uso, le caratteristiche fisiche, la localizzazione (comune, via e numero civico), le peculiarità del terreno circostante al ricettore (ostacoli, caratteristiche di fonoassorbimento) e dell'infrastruttura (tipologia stradale, pavimentazione stradale).

Per gestire al meglio una tale mole di informazioni si è fatto uso di un sistema basato su un Tablet PC con installato il software ArcGIS. Ricorrendo ad ArcObject l'interfaccia di ArcMAP è stata personalizzata in modo tale da consentire un inserimento dei dati il più possibile rapido e che riducesse al minimo il rischio di errori.

Selezionando un edificio mediante la penna in dotazione con il Tablet è possibile accedere ad una maschera di inserimento dati dove tutti i campi sono codificati tramite caselle a scorrimento che permettono all'utente di scegliere tra alcune voci preimpostate evitando quindi la possibilità di errore nell'inserimento da parte dell'utente stesso.

Eventuali informazioni non codificabili in campi standard (e che non sia il generico campo "note") sono state gestite mediante la funzionalità Tablet di ArcMAP. In questo modo, ad esempio, viene gestito il disegno dei coni ottici delle fotografie che vengono scattate sul campo, o altre annotazioni generiche.

Inoltre mediante gli strumenti editing di ArcMAP è stato possibile eliminare dalla base cartografica edifici eventualmente demoliti, per i quali non si ha avuto riscontro sul posto, o al contrario inserire la nuova edificazione direttamente sul campo.

Il trinomio TabletPC-ArcMAP-ArcObject si è rivelato uno strumento estremamente versatile per l'esecuzione del censimento, con un notevole risparmio di tempo sia durante la fase sul campo sia in quella di inserimento dati all'interno del database.

### ***Il GEODatabase***

L'interfacciamento e lo scambio dei dati con il modello previsionale SoundPLAN è stato reso possibile grazie all'uso di un PERSONAL GEODATABASE all'interno del quale sono state memorizzate le basi cartografiche, i tematismi e tutti i dati alfanumerici che hanno contraddistinto il progetto.

Il vantaggio di questa soluzione è dato dal fatto che il GEODATABASE risulta accessibile anche da normali RDBMS (Relation Database Management System) o da software capaci di interfacciarsi con essi, come nel caso del modello previsionale SoundPLAN utilizzato per i calcoli acustici del piano di risanamento.

Questo modo di procedere, caratterizzato da un accentramento di tutti i dati in un unico sistema informatico, ha consentito di evitare una duplicazione delle informazioni e di eliminare questa tipica causa di errori.

Ai fini della realizzazione del GIS acustico, il GEODATABASE è stato suddiviso secondo i seguenti sei ambiti principali:

- database infrastruttura autostradale;
- database dell'edificato;
- database del territorio;
- database altre infrastrutture;
- database meteorologico;
- database misure e rilievi pregressi.

Il database dell'infrastruttura stradale rappresenta la modellizzazione delle sorgenti di inquinamento acustico. Per ogni tratta omogenea dell'infrastruttura sono prese in considerazione le principali caratteristiche geometriche e di traffico, il tipo di pavimentazione, la presenza di opere d'arte (viadotti, gallerie, ecc..) e l'installazione di barriere antirumore esistenti o di progetto.

Il database del sistema edificato caratterizza invece l'insieme degli edifici, distinguendo se si tratta o meno di un edificio residenziale o sensibile (scuole, ospedali, ecc..), sia dal punto di vista geometrico che geografico. Vengono archiviati i dati di destinazione d'uso e di abitanti per ogni singolo piano. Il database prende inoltre in considerazione le aggregazione di edifici e i punti di calcolo.

Altri ambiti del database rappresentano gli insiemi di tutti gli elementi del territorio (confini amministrativi, PRGC, zonizzazioni acustiche comunali, sezioni di censimento, ecc..), i dati su altre infrastrutture che possono partecipare a fenomeni di concorsualità acustica, e infine l'archivio dei dati meteo e di tutte le misure di rumore pregresse.

### ***Elaborazione dei dati mediante ArcGIS***

Un progetto di tal genere è ovviamente caratterizzato da tutta una serie di attività non strettamente connesse all'uso di un software GIS. E' il caso ad esempio della produzione delle schede di censimento degli edifici. Ad ogni modo anche in questo caso alcune informazioni relative agli edifici (coordinate EST, NORD e Z, distanza e dislivello rispetto all'infrastruttura, progressiva chilometrica) non sono di agevole determinazione in maniera manuale quindi si è provveduto a individuarle mediante ArcGIS e in particolare ricorrendo ad alcuni script programmati appositamente in ArcObject per assolvere determinate funzioni.

### ***La modellazione acustica***

Per la simulazione del rumore generato dal traffico autostradale è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN. Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e della pavimentazione stradale, i traffici ed i relativi livelli sonori indotti, la presenza di schermi naturali alla propagazione del rumore, quale ad esempio lo stesso corpo stradale. Il risultato delle elaborazioni è una serie di mappe di rumore ad altezza 4 m dal piano campagna locale e delle sintesi tabellari di calcolo in corrispondenza dei punti ricettori.

### ***Produzione degli output***

L'output grafico del progetto relativo alla Fase 1 del DM 29.11.2000 è costituito da una serie di tavole tematiche in scala 1:5000 stampate in formato A3. Sono state realizzati quattro set di tavole per ogni comune acusticamente interessato dal tracciato dell'infrastruttura stradale.

Un primo set di tavole contiene i tematismi relativi alle destinazioni d'uso, alle altezze del sistema edificato, alla localizzazione delle barriere antirumore e dei punti di monitoraggio un secondo riassume i risultati dei calcoli acustici in termini di mappe di rumore giorno/notte e di esuberi dei livelli di rumore rispetto ai limiti di legge.

La rilevante estensione longitudinale dei tracciati stradali richiede la produzione di moltissime tavole grafiche: a titolo esemplificativo per una lunghezza di 110 km sono state realizzate circa 600 tavole in formato A3. Ogni tavola è caratterizzata da un titolo, un codice ed altri dati che dipendono strettamente dal comune in oggetto.

E' ovvio che un tale numero di elaborati grafici diventa difficilmente gestibile in maniera manuale, motivo per cui si è pensato di ricorrere ad uno script in ArcObject che provvedesse ad esportare automaticamente in PDF tutte le tavole.

Lo script utilizza come input uno shapefile poligone rappresentante i contorni di ogni tavoletta. Ad ogni feature sono quindi state associate le informazioni relative alla tavola corrispondente quali: codice, nome comune e progressiva tavola.

Basandosi su tale shapefile lo script esporta in automatico tutte le tavole dopo aver correttamente impostato la vista e aver aggiornato le intestazioni del layout.

### ***Conclusioni***

La significativa estensione delle aree di studio ha reso obbligatoria un impostazione GIS dell'intero progetto in modo tale da accentrare tutte le informazioni alfanumeriche e geometriche in un unico database evitando così la dispersione e la duplicazione dei dati che costituisce una tipica causa di errori. A tal fine si è rilevata estremamente utile la versatilità del Geodatabase impostato mediante Microsoft Access per il quale è però prevista una migrazione verso SQL Server o Oracle.

Altrettanto fondamentale si è dimostrata la possibilità di personalizzazione di ArcGIS mediante la programmazione di script in ArcObject che hanno permesso di sviluppare funzionalità mediamente complesse ai fini dello svolgimento di attività non direttamente presenti nell'interfaccia di ArcGIS.

### ***Riferimenti Autori***

Carlo Alessandro Bertetti, Roberto Spedale – Studio Progetto Ambiente S.r.l. – Corso Rosselli 44 TORINO Tel 011-593282 Fax 011-5817359 e-mail:  
[ac.bertetti@progambiente.it](mailto:ac.bertetti@progambiente.it), [spedale@consulter.to.it](mailto:spedale@consulter.to.it)

Dorina Spoglianti – SINA SpA – Viale Isonzo 14/1 MILANO e-mail:  
[dorina.spoglianti@sina.co.it](mailto:dorina.spoglianti@sina.co.it)

## **ALTRE INFORMAZIONI**

### ***Ambito del Progetto***

Piani di risanamento acustico di infrastrutture di trasporto stradali ai sensi DM 29.11. 2000 e DPR 142/2004

### ***Tempi e Fasi di Realizzazione***

Fase 1 DM 29.11.2000: 8 mesi da luglio 2005 a febbraio 2006

Fase 2 DM 29.11.2000: 8 mesi (in fase di programmazione)

### ***Software Utilizzati:***

<b>Tipo</b>	<b>Software</b>	<b>Produttore</b>
Client GIS	ArcGIS 9.1	ESRI
Database	Microsoft Access XP	Microsoft
Modellazione acustica	SoundPLAN	SPECTRA Srl
Linguaggio di scripting	Visual Basic for Applications (VBA)	Microsoft