

Applicazione della direttiva Europea sul rumore ambientale (END) nella mappatura acustica da traffico veicolare nell'agglomerato urbano di Catania

Lorenzo Leone^(*), Marco Leone^(**), Giuseppe Pulvirenti^(*), Maria Cristina Reitano^(***),
Patrizia Spicuzza^(****),

(*) Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania,
Viale Andrea Doria n°6 - 95100 Catania; Telef. 095/7382218, fax 095/7382247
email: leone@dica.unict.it , email: ing.gpulv@tin.it

(**) Ingegnere libero professionista – Product Specialist CAD GIS,

Piazza Ludovico Ariosto, 29 - 95100 Catania; Telef. 348/5561399, fax 095/501827, email: ing.leone@gmail.com

(***) Fisico Dirigente ARPA Sicilia Dipartimento di Catania, Via C. Ardizzone 35 – 95123 Catania Telef. 320/4643990,
email: mcreitano@arpa.sicilia.it

(****) Architetto Libero Professionista – Dott.ssa Master, via Vittorio Veneto n. 27 – 95018 Riposto (CT);
Telef. 347/3772455 , email: patrizia.spicuzza@tiscali.it

Riassunto

Il presente lavoro trae spunto dalla Direttiva Europea 2002/49/EC, recepita con il D. Lgs. 19 Agosto 2005 n.194, che ha introdotto una nuova strategia per affrontare il problema del rumore ambientale. L'inquinamento acustico rappresenta, infatti, una delle criticità ambientali maggiormente avvertite, e costituisce certamente una delle più rilevanti cause di disturbo della qualità della vita. La normativa comunitaria di riferimento, che nasce dall'esigenza di armonizzare i dati relativi alle diverse sorgenti di rumore, ha introdotto l'uso di determinati descrittori Lden ed Lnight come base per la redazione delle mappe acustiche e strategiche negli agglomerati urbani. Tali mappe rappresentano una "fotografia acustica" dell'area oggetto di indagine, così da evidenziarne le zone dove si riscontra il superamento di determinati limiti prefissati. I dati relativi alle informazioni territoriali (rappresentazione cartografica, modellazione del terreno, grafi stradali, volumetria, etc.) e i dati delle sorgenti di rumore, se inseriti in ambiente GIS, consentono di ottimizzare la modellazione acustica e le conseguenti fasi di analisi e di redazione dei relativi piani attuativi di intervento. Nel GIS, infatti, incrociando tra di loro le diverse informazioni raccolte, è possibile programmare più rapidamente opportuni interventi correttivi con lo scopo di ridurre, ove necessario, l'esposizione al rumore. E' stato, infine, anche attenzionato, proponendo adeguate soluzioni Web, l'aspetto della pubblica diffusione, come nello spirito della normativa, al fine di permettere l'eventuale presentazione di osservazioni o di particolari indicazioni. Nel presente lavoro viene proposta una metodologia applicativa per la redazione delle mappe acustiche/strategiche, testata in un'area campione della città di Catania.

Abstract

The present job sprouts from the European Directive 2002/49/EC, acknowledged with the D. Lgs. 19-08-'05 n.194s, that introduced a new strategy to face the problem of the environmental noise. The acoustic pollution represents, actually, one of the mostly warned environmental critical points, and it certainly constitutes one of the most remarkable causes of trouble of the quality of the life. The normative community of reference, that is born from the demand to harmonize the data related to the different sources of noise, introduced the use of determined describers Lden and Lnight as a base for the editing of the acoustic and strategic maps in the urban agglomerations. Such maps represent an "acoustic photo" of the area object of investigation, so that to underline its zones where

he finds the overcoming of the fixed limits. The data related to the territorial information (cartographic representation, modelling of the ground, road lines, etc.) and the data of the sources of noise, if inserted in environment GIS, allow to optimize the acoustic modelling and the consequent phases of analysis and editing of the relative enacting plans of intervention. In the GIS, actually, crossing between them the different picked information, it is possible to program more quickly opportune corrective interventions with the purpose to reduce, where necessary, the exposure to the noise. Ones also set attention to suitable web solutions and the aspect of the public diffusion, as in the spirit of the law, with the purpose to allow the possible presentation of observations or particular indications. In the present job it's proposed an application methodology for the editing of acoustic/strategic maps tested in a sample area of Catania.

La Direttiva END sul rumore ambientale

Con il D.lgs. n°194 del 19/08/2005 è stata recepita in Italia la Direttiva Comunitaria n° 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale. L'inquinamento acustico degli ambienti di vita ha infatti assunto notevole rilevanza soprattutto nei paesi più industrializzati, costituendo fattore di degrado e di pregiudizio della qualità della vita. In ambito nazionale occorre precisare che quest'ultima normativa viene però ad inserirsi in un contesto giuridico regolamentato in atto dalla Legge Quadro n°447 del 26/10/1995 e successivi decreti attuativi (DPCM del 14/11/1997, DM 16/03/1998, DPR 142/2004, etc.). Nasce quindi l'esigenza di armonizzare e coordinare i due diversi sistemi legislativi, con le notevoli difficoltà derivanti dalle diverse modalità e metodologie da essi previste, cui si aggiunge l'assenza dei provvedimenti attuativi collegati al richiamato D.lgs. 194/2005. La Legge 447/95 è infatti sostanzialmente incentrata a fornire per ognuno dei descrittori acustici, quali $L_{Aeq,TR}$, $L_{Aeq,TM}$ ed L_{va} , i limiti fondamentali da rispettare in funzione della classe di appartenenza e del periodo di riferimento, nonché le azioni di vigilanza da compiere e gli interventi di risanamento da intraprendere, in caso di superamento dei limiti da essa definiti. Il D.lgs. 194/2005, invece, si pone come obiettivo fondamentale quello di contenere l'esposizione al rumore della popolazione, e di rendere attiva la stessa popolazione nell'analisi e valutazione dei dati rilevati, mediante programmi di informazione specifici, nonché di procedere alla stesura dei successivi piani di azione e di intervento per la mitigazione degli effetti indesiderati. Inoltre nel suddetto decreto è previsto un campo di applicazione destinato in modo particolare alla rilevazione dell'esposizione al rumore dovuto principalmente al traffico stradale, aeroportuale, portuale e da aree industriali, mediante la determinazione di soli due descrittori acustici L_{den} (livello giorno sera notte) ed L_{night} (livello notturno) per la conseguente redazione di opportune mappe acustiche e strategiche, escludendo eventuali altre sorgenti legate allo svolgimento di attività pubbliche e commerciali, determinando di fatto una discontinuità con le attuali metodologie di riferimento. E' quindi opportuno definire appropriate procedure in grado di armonizzare tra loro i diversi parametri al fine di non disperdere il consistente patrimonio di dati rumore acquisiti e di giungere alla valutazioni dei nuovi limiti legislativi. A tal fine l'UNI ha emanato la norma n°11252/2007 "*Acustica – Procedure di conversione dei valori L_{Aeq} diurno e notturno e di L_{VA} nei descrittori L_{den} ed L_{night}* " che consente di convertire dati ottenuti da rilevamenti sperimentali o da elaborazioni e modellizzazioni numeriche riguardanti il rumore prodotto da traffico stradale, ferroviario ed aeroportuale e dai siti di attività industriali. Rimane comunque necessario per ovvi motivi di chiarezza e normalizzazione, che si giunga in tempi brevi all'emissione delle norme attuative relative al D.L. 194/05 che dovranno tener conto tra l'altro, del concetto di normale tollerabilità, già oggetto dell'art. 6ter del Decreto Legge 30/12/2008 n° 208, ai fini della salvaguardia della salute dei cittadini, e delle linee guida OMS ed UE recentemente pubblicate (la Good Practice Guide (GPG) for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure elaborata dal WG-AEN, 2006, OMS "Rumore Notturno" - Settembre 2008 ecc.). Una delle principali novità introdotte dal D.Lgs n°194/2005 è costituita dalla realizzazione della mappatura acustica e della mappatura acustica strategica, previste nell'ambito degli agglomerati

urbani e delle aree sensibili esterne agli agglomerati, attraverso le quali dovrà realizzarsi l'obiettivo di valutazione, controllo e gestione del livello di esposizione al rumore della popolazione.

Ai sensi dell'art. 2 comma 1 lett. "o" e "p" del D.Lgs. 194/2005 si intende per mappatura acustica "la rappresentazione di dati relativi ad una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona"; per mappatura acustica strategica "una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona". Dalle definizioni riportate si evidenzia che la valutazione e rappresentazione del rumore ambientale negli agglomerati urbani si traduce di fatto nella mappatura acustica strategica, per la presenza di sorgenti sonore di varia natura (strade, ferrovie, aeroporti, siti di attività industriale inclusi i porti). Al di fuori degli agglomerati, invece, in corrispondenza delle aree sensibili, la mappatura acustica riguarda esclusivamente le sorgenti sonore principali. L'elaborazione delle suddette mappe è finalizzata alla successiva redazione dei "Piani di azione", per valutare gli effetti dell'inquinamento acustico e se necessario, provvedere alla sua riduzione mediante la progettazione di interventi opportunamente programmati. Per il tracciamento delle mappe acustiche e mappe acustiche strategiche, la Direttiva 2002/49/CE richiede l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno, tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione. Nel D.lgs 194/2005 in allegato 2 sono riportati i modelli di calcolo ad interim in attesa che si provveda alla formulazione di metodi nazionali di calcolo da adattare alle specifiche delle END. Le stesse mappe possono anche essere elaborate sulla base di dati acustici acquisiti attraverso campagne strumentali di rilievo. Con questa tecnica, però, emergono generalmente problemi a causa dell'estensione temporale richiesta (rappresentatività annuale del dato) e della risoluzione spaziale necessaria affinché i dati prodotti e la relativa mappa siano conformi alle specifiche della END. I rilievi strumentali possono tuttavia essere utilizzati per validare i risultati prodotti dal modello di calcolo o verificare l'efficacia degli interventi pianificati a seguito dell'accertamento del superamento dei limiti di rumore vigenti.

Il GIS nelle mappature acustiche/strategiche

La mappatura acustica è la rappresentazione a curve isofoniche dei livelli acustici ottenuti in funzione di prestabiliti descrittori e delle superfici d'ostacolo a contorno, su punti opportunamente spaziatosi su una griglia adatta al contesto analizzato, al fine di valutare le modalità con cui il rumore si propaga nell'area oggetto di indagine. Per la generazione delle curve isofoniche vengono utilizzati dei sw previsionali che si basano su modelli di calcolo prestabiliti. Nel presente studio, a tale scopo è stato utilizzato il modellatore IMMI prodotto dalla Wolfel (Hochberg), che si basa su equazioni di tipo semi-empirico, ottenute partendo da una raccolta di dati sperimentali supportati da fondamenti teorici. Nell'area sottoposta ad analisi, gli elementi territoriali vengono divisi in superfici di piccola entità collegate ad un punto detto ricettore. Da ogni singolo ricettore partono in tutte le direzioni i raggi che, dopo eventuali molteplici riflessioni e diffrazioni sulle varie superfici, intercettano la sorgente rumorosa. Il percorso di ogni singolo raggio determina l'attenuazione dell'onda incidente a partire da ciascuna sorgente di rumore. I descrittori acustici utilizzati per il tracciamento delle isofoniche sono L_{den} e L_{night} , così come

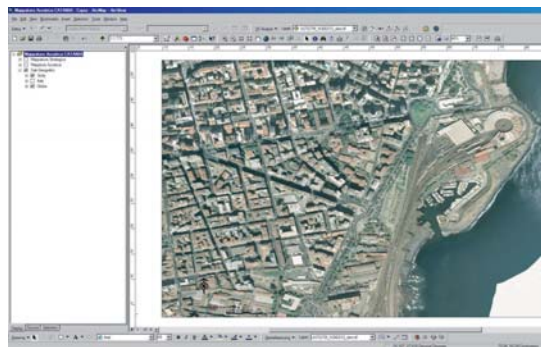


Fig. 1: Ortofoto dell'area campione in ambiente GIS

definiti nell'Allegato 1 del D.Lgs 194/05. Si tratta di parametri che vengono calcolati a partire dai dati di livello equivalente nei tre periodi, diurno, serale e notturno, riferiti all'annualità. I metodi utilizzabili per la misurazione di Lden e Lnight, sono quelli definiti nell'All.to 2 del D.Lgs 194/05. Il livello (giorno-sera-notte) Lden in decibel (dB), è definito dalla seguente relazione:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{24} (14 \cdot 10^{0,1 L_{Day}} + 2 \cdot 10^{0,1 L_{Evening} + 0,5} + 8 \cdot 10^{0,1 L_{Night} + 1}) \right)$$

Dati principali di riferimento del sw per l'elaborazione delle mappe acustiche sono la conoscenza delle caratteristiche tecniche e geometriche delle sorgenti sonore oggetto di indagine, nonché le informazioni sull'intero sistema insediativo al contorno. Da tutto quanto sopra esposto emerge come la scelta di operare in ambiente GIS possa meglio supportare l'acquisizione dei dati necessari a tale elaborazione, con visualizzazione delle simulazioni ottenute per le successive fasi di analisi. L'integrazione, infatti, tra dati territoriali ed acustici costituisce la base necessaria per l'elaborazione di tali mappe. In particolare il GIS, essendo contemporaneamente *host* e *database* della simulazione, permette di analizzare rapidamente il contributo complessivo di tutte le sorgenti sonore, che realizzano il quadro acustico dell'intera area. I sw, infatti, di analisi acustica prevedono la gestione diretta di un database comprendente tutte le informazioni possibili che descrivono, come detto, l'ambiente circostante in relazione allo studio della propagazione acustica.

Il GIS è il "contenitore" di tutti i dati che verranno successivamente importati nel modello in modo quasi automatico, e la base per la relativa visualizzazione delle simulazioni stesse. La possibilità, quindi, di associare al modello previsionale sonoro, una gestione GIS delle informazioni connesse, consente di effettuare analisi e valutazioni immediate circa gli effetti prodotti sulla popolazione dalla sorgente considerata. Il GIS inoltre, essendo un sistema dinamico, in grado cioè di effettuare operazioni immediate di aggiornamento, risulta particolarmente idoneo alla successiva elaborazione dei "Piani di Azione". Il programma Gis usato nel presente lavoro è ArcGIS della ESRI, che interagisce, con il sw IMMI, esportando tutti i dati geometrici e alfanumerici necessari alla simulazione, ed importando i risultati dei calcoli (curve di isolivello) per la fase finale di analisi dei dati di rumore. In ambito GIS verrà quindi eseguita la correlazione con i dati della popolazione per le successive analisi sugli effetti del rumore ambientale.

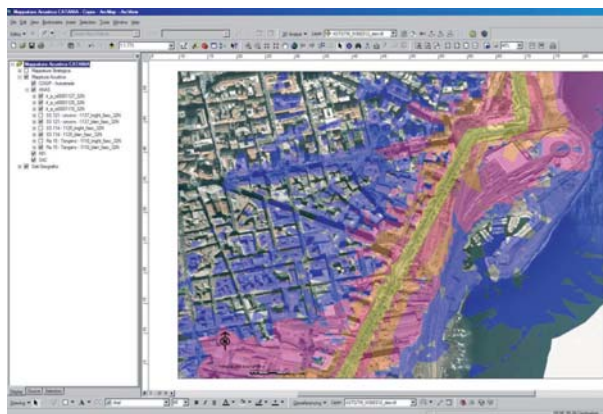


Fig. 2: Mappatura acustica della viabilità ANAS ricadente nell'area campione

L'applicazione nella città di Catania

Nel presente studio, eseguito con un significativo contributo dell'ARPA di Catania, si propone una metodologia in ambiente GIS per l'elaborazione delle mappe acustiche strategiche derivanti inizialmente dal traffico veicolare nell'agglomerato della città di Catania, da integrare con le sorgenti sonore di altra natura per la definitiva mappatura acustica. La scelta di iniziare dall'inquinamento acustico da traffico veicolare, è motivata dall'impatto prevalente che tale fonte di rumore ha sulla popolazione, nella complessità ed estensione della rete viaria. La metodologia seguita comprende una serie di attività che è possibile riassumere sinteticamente nelle seguenti fasi:

- Acquisizione e georeferenziazione nel sistema di riferimento WGS84/UTM dei principali strati informativi territoriali riportati nella sottostante tabella:

Strati informativi	Fonti
Grafi stradali della città completi di toponomastica	www.geofabbrik.de/data/download.html OSM-dataset
Ortofoto ATA 2007-08 ris. 25 cm scala nominale 1:10.000	http://88.53.214.52/arcgis/services/OrtofotoIT_2000_f33/MapServer/WMSServer
Limiti Amministrativi Comunali da CTR 10.000	www.sitr.regione.sicilia.it/
Modello digitale del terreno 30m (GDEM ASETER)	https://wist.echo.nasa.gov
Cartografia piani- volumetrica di Catania scala 1:2000	Ufficio Tecnico del Comune di Catania
Cartografia piani –altimetrica Provinciale scala 1:10000	http://www.provincia.catania.it/cartografia/index.asp

- Strutturazione del dato cartografico al fine di ottenere un formato leggibile dal sw IMMI (verifica della costruzione topologica degli elementi, suddivisione dei tronchi stradali in funzione della tipologia, creazione di record da associare ai singoli tratti contenenti le informazioni specifiche richieste ai fini della modellazione, etc.);
- Modellazione 3D dello spazio urbano estrudendo gli edifici presenti negli agglomerati urbani e quelli ricadenti nelle fasce laterali delle principali arterie di collegamento;
- Assegnazione ad ogni segmento stradale dei dati tecnici descrittivi dell'infrastruttura (profilo longitudinale, tipologia di sovrastruttura stradale, stato manutentivo, presenza di barriere antirumore, traffico medio annuale, distribuzione percentuale per categoria di veicolo, etc.);
- Definizione per ogni edificio, considerato senza fonte di emissione e con coefficiente di riflessione superficiale esterno pari a 1, della destinazione d'uso e di un valore di popolazione residente (utilizzando il dato "mq per abitante residente" del censimento ISTAT 2001);
- Elaborazione con il sw IMMI di porzioni di territorio urbanizzato, sulla base di una divisione dell'agglomerato in aree omogenee, per ottenere le curve che individuano le aree isofoniche ad intervalli di 5 db, conformi a quanto indicato nel DLgs 194/05, in formato shapefile lineare, da convertire in poligonale, in cui ogni feature rappresenta la superficie compresa tra due curve successive;
- Calibrazione del sistema, confrontando i livelli calcolati con quelli realmente misurati in continuo, in vari punti della città dalle stazioni di monitoraggio ambientale dell'ARPA. Da alcuni confronti eseguiti, è emersa una tendenza generale del modello previsionale alla sovrastima, rispetto al dato misurato.
- Diffusione dei risultati della mappatura per consentire l'eventuale presentazione di osservazioni e/o di particolari indicazioni da parte della popolazione esposta all'azione della sorgente sonora. Tale attività, considerata di particolare rilevanza, è stata testata nell'ipotesi di pubblicare le mappature definitive direttamente su portali geografici. Nello specifico, l'obiettivo che si intende raggiungere è quello di rendere l'utente finale direttamente informato tramite una semplice connessione internet.
- In pratica dal sito dell'Ente gestore del sistema di elaborazione delle mappature si andranno a scaricare dei file in estensione .kmz, di dimensioni non elevate, che contengono solamente l'andamento delle curve isofoniche dell'area selezionata. Una volta completato il download ed avviandolo, il file attiverà l'apertura di Google Earth che garantirà la visione della mappatura acustica e/o strategica sovrapposta alle immagini satellitari del sistema.

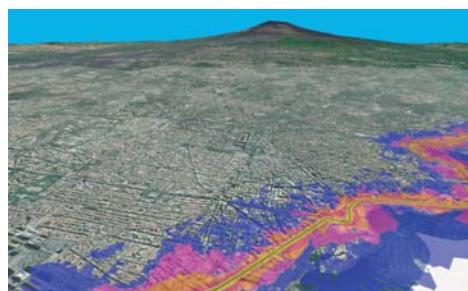


Fig. 3: Vista della Mappatura acustica in 3D

Conclusioni

L'elaborazione delle mappe acustiche in ambiente GIS, secondo la metodologia proposta, ha evidenziato la necessità di acquisire una notevole mole di strati informativi, per la maggior parte da poter reperire attraverso le banche dati disponibili on-line.

Nello specifico, tale possibilità è stata considerata come la soluzione tecnica prioritaria da perseguire, utilizzando in tal senso il portale S.I.T.R. Sicilia, i dati del Comune e della Provincia, oltre alle informazioni disponibili open source. Dal S.I.T.R. Sicilia sono stati così acquisiti sia dati direttamente in formato shapefile, sia in mod. WMS (Web Map Service), come le ortofoto ATA 2007-08, mentre tra i dati opensource è stato acquisito il nuovo GDEM Aster 30m. La modellazione urbana 3D, necessaria nella ricostruzione virtuale per la mappatura acustica, è stata analogamente ottenuta attraverso i dati cartografici acquisiti, estrudendo le sagome degli edifici. Nel corso del presente lavoro è stato riscontrato che l'inserimento della modellazione 3D dell'edificio direttamente sul DEM, da convertire in un unico solido nel formato ESRI ASCII GRID, consente di ridurre sostanzialmente i tempi operativi. Tale fase particolarmente onerosa nelle grandi realtà urbane, può essere risolta con minor impegno temporale attraverso l'acquisizione di modelli digitali 3D urbani oggi commercialmente disponibili, purché compatibili con il sistema. Si ricordano in tal senso le mappe a struttura matriciale a passo variabile della Vector, da adeguare opportunamente, già utilizzate dall'ARPA Sicilia per il monitoraggio dell'elettromagnetismo.

La calibrazione del sistema con i dati reali delle stazioni di monitoraggio ambientale dell'ARPA ha consentito di ottenere risultati soddisfacenti ed aderenti alle condizioni reali e di verificare la distribuzione dell'inquinamento acustico ottenuto in sede di simulazione previsionale. Per l'aspetto della divulgazione ed informazione alla popolazione, ritenuto di fondamentale rilevanza anche a



Fig. 4: Modello 3D dell'area campione

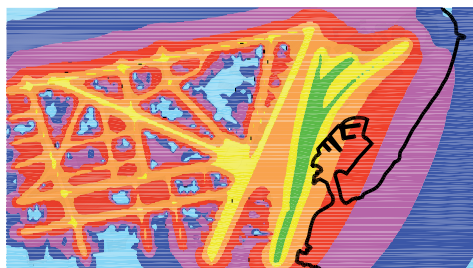


Fig. 5: Mappatura strategica dell'area campione

livello normativo, nel presente studio è stata testata la possibilità di esportare i risultati ottenuti dalla mappatura acustica direttamente sul portale geografico Google Earth, con sicuro vantaggio per l'Ente gestore e con facilità di approccio per l'utenza. In conclusione, il presente studio propone una metodologia per la formulazione di un GIS orientato all'inquinamento acustico, che permette di ottenere mappe acustiche/strategiche e dati collegati, che rispondono pienamente alle nuove normative europee, utilizzando anche dati geografiche disponibili in rete, e dati sperimentali normalmente a disposizione dell'ARPA. La strutturazione del GIS è, inoltre, tale da poter essere facilmente implementato per rispondere anche alle altre attività di controllo e monitoraggio ambientale.

Bibliografia

- [1] Brambilla G., Poggi A., Bojola R., Casini D., Licitra G., Procedure per la conversione dei dati esistenti sul rumore ambientale nei descrittori previsti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE, CTN_AGF-T-LGU-04-05, 2005.
- [2] Brambilla G., La conversione dei vigenti descrittori del rumore ambientale nei livelli Lden e Lnight introdotti dal D.Lgs. n. 194/2005, Atti VI Congresso CIRIAF, 81-84, Perugia, aprile 2006.
- [3] "Mappatura acustica delle infrastrutture (D.Lgs. 194/05). Specifiche per la fornitura dei dati alla Regione Lombardia", Marzo 2007
- [4] Bellucci Patrizia, "Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica", Atti del 35° Convegno AIA, Milano 11- 13 giugno 2008.