

Il Piano di disinquinamento acustico della città di Lecce

Relazione di sintesi

1) Introduzione.

Il D.P.C.M. 01/03/1991, la Legge quadro 447/95 con i suoi decreti attuativi e successivamente, per la Regione Puglia, la Legge Regionale n. 3 del 12/02/2002, hanno dettato le norme d'indirizzo per la tutela dell'ambiente abitativo e dell'ambiente esterno, e per la salvaguardia della salute pubblica da alterazioni derivanti dall'inquinamento acustico.

Tali finalità sono perseguite, per quanto riguarda i Comuni, attraverso l'attuazione di strategie pianificatorie volte a definire:

- il quadro di riferimento normativo;
- il quadro conoscitivo del clima acustico esistente su un dato territorio;
- il conseguente piano di risanamento.

Stante l'obbligo del coordinamento fra il Piano di Risanamento Acustico, il Piano Urbano del Traffico e gli altri piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale, già sancito nell'art.7 della Legge Quadro 447/95, la zonizzazione assume con la Legge Regionale "rilevanza urbanistica", e deve anch'essa essere coordinata con gli strumenti urbanistici già adottati dai Comuni, ed in particolare con il Piano Regolatore Generale.

La zonizzazione diventa quindi lo strumento principale per il controllo dell'inquinamento acustico, potendo influenzare le strategie pianificatorie del territorio ai fini di una minore esposizione al rumore della popolazione.

2) La struttura generale di un piano di risanamento acustico.

Come implicitamente indicato nell'introduzione gli obiettivi minimi di un piano di risanamento acustico sono almeno 3:

- 1) consentire l'attivazione e l'applicabilità del quadro legislativo vigente in materia di inquinamento acustico;
- 2) fornire all'amministrazione comunale uno strumento conoscitivo dello stato d'inquinamento acustico esistente sul territorio di propria competenza;
- 3) fornire indicazioni di ordine temporale, tipologico ed economico in merito agli interventi da attuare per conseguire il risanamento acustico;
- 4) eventualmente indicare i risultati attesi da tali interventi;

La struttura generale del piano, ovvero l'insieme gli elementi minimi da cui esso deve essere formato e le loro reciproche interazioni, sono quindi definiti dagli obiettivi dello stesso piano, oltre che, ovviamente, dalla disciplina di settore vigente che ne definisce la forma.

La professionalità e l'esperienza del pianificatore resta comunque una variabile che incide profondamente sulla sua qualità e la dimensione, dovendo egli decidere il livello di analisi delle problematiche che detto piano ha l'ambizione di voler gestire.

In Figura 1 è illustrato il layout tipico dei piani di risanamento acustici redatti per varie città Italiane.

Esso peraltro si presta, con i dovuti accorgimenti, ad essere applicato a vari livelli di dettaglio, tanto da risultare efficace anche in problematiche di valutazione d'impatto ambientale o di progettazione esecutiva d'interventi di bonifica.

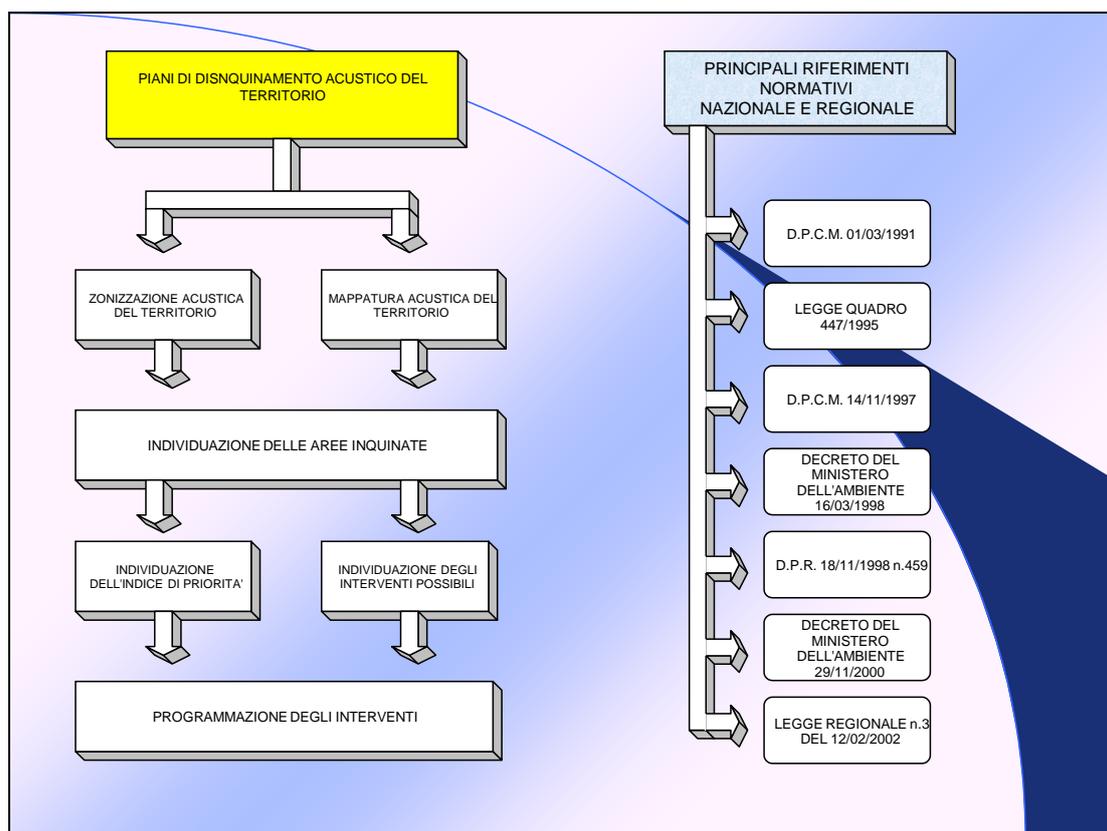
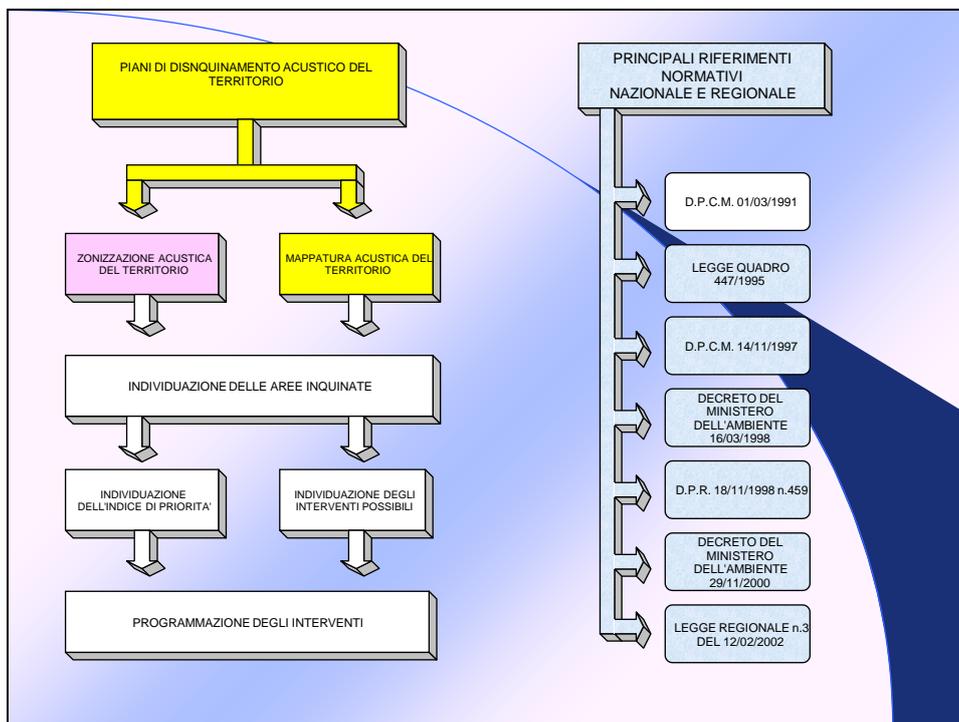
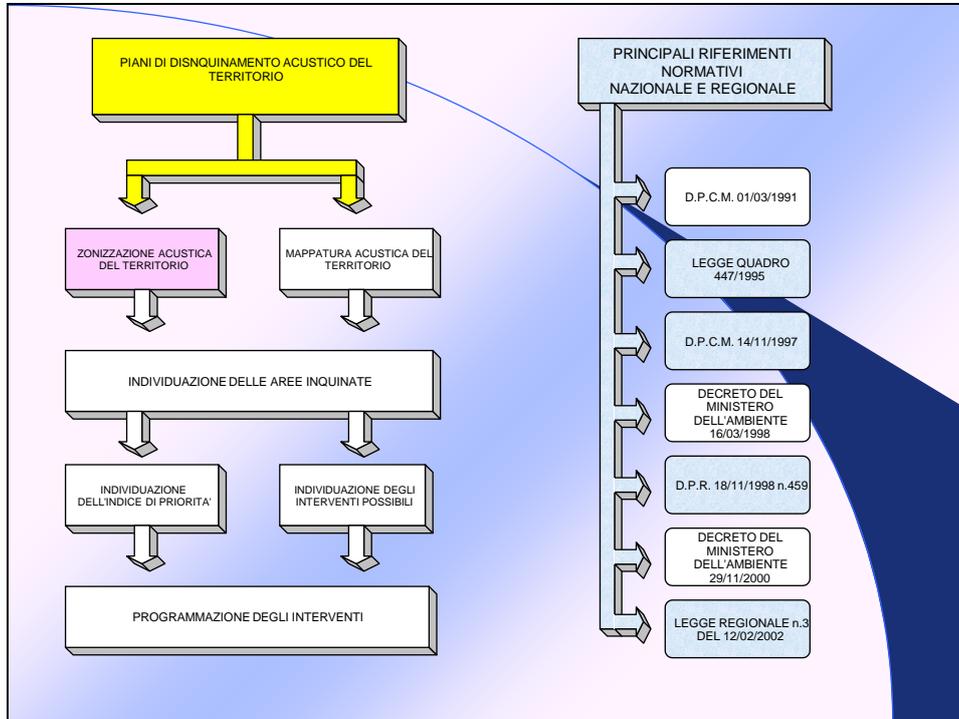


Figura 1

Due sono gli strumenti da redigere prioritariamente: la zonizzazione acustica e la mappatura acustica.

Il primo è un elaborato “urbanistico” che attiva il quadro di riferimento normativo e consente di stabilire i “limiti di legge” per la rumorosità ambientale; il secondo è una “fotografia” della rumorosità esistente su un territorio e che dovrà poi essere confrontata con la zonizzazione.



3) Criteri per la zonizzazione acustica del territorio

Per redigere la zonizzazione acustica occorre procedere alla classificazione del territorio mediante la sua suddivisione in zone omogenee dal punto di vista della destinazione d'uso.

Detta classificazione (suddivisione in macrozone), eseguita tenendone presente l'effettiva destinazione d'uso, deve fare riferimento alla ripartizione del territorio in sei classi principali, definite dai D.P.C.M. 1 marzo 1991 e D.P.C.M. 14/11/1997, e dalle sottoclassi definite, per i Comuni Pugliesi, dalla Legge Regionale n. 3 del 12/02/2001.

Tali definizioni sono :

1) classe I, aree particolarmente protette: *aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione, vale a dire aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici ecc.*

2) classe II, aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: *aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.*

3) classe III, aree di tipo misto: *aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali ed uffici, con limitata presenza di attività artigianali ed assenza di attività industriali, aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.*

4) classe IV, aree di intensa attività umana: *aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali, artigianali e uffici; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, aree portuali, aree con limitata presenza di piccole industrie.*

5) classe V, aree prevalentemente industriali: *aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.*

6) classe VI, aree esclusivamente industriali: *aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.*

Per assicurare la tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico si farà riferimento a valori limite del livello equivalente di pressione sonora ponderato in scala "A", $L_{eqAT}[dB]$, parametro definito dalla relazione:

$$L_{eqAT} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L_{pA}(t)}{10}} dt \quad dB$$

dove $L_{pA(t)}[dB]$ è il livello istantaneo di pressione sonora ponderato in scala “A” e $T[s]$ è l’intervallo di tempo preso in considerazione.

Per ciascuna delle sei classi del territorio precedentemente riportate non dovranno superarsi i valori limite del livello equivalente di pressione sonora ponderato in scala “A”, riferiti al periodo diurno, dalle ore 6,00 alle 22,00 e notturno dalle ore 22,00 alle 6,00, che vengono riportati in allegato al D.P.C.M. 14/11/1997 e nell’Art. 3, comma 2 della Legge Regionale n. 3.

Seguendo una metodologia quantitativa, nell’analisi del territorio si farà riferimento a dati rilevabili *in loco* e/o derivati da fonti statistiche ufficiali e in particolare dalle informazioni di carattere socio-economico provenienti dalle rilevazioni decennali dell’Istat:

- 1) censimento generale della popolazione;
- 2) censimento generale dell’industria e dei servizi.

Avendo a disposizione i dati suddetti, nell’esame del territorio si partirà dall’elemento territoriale costituito dalla sezione di censimento.

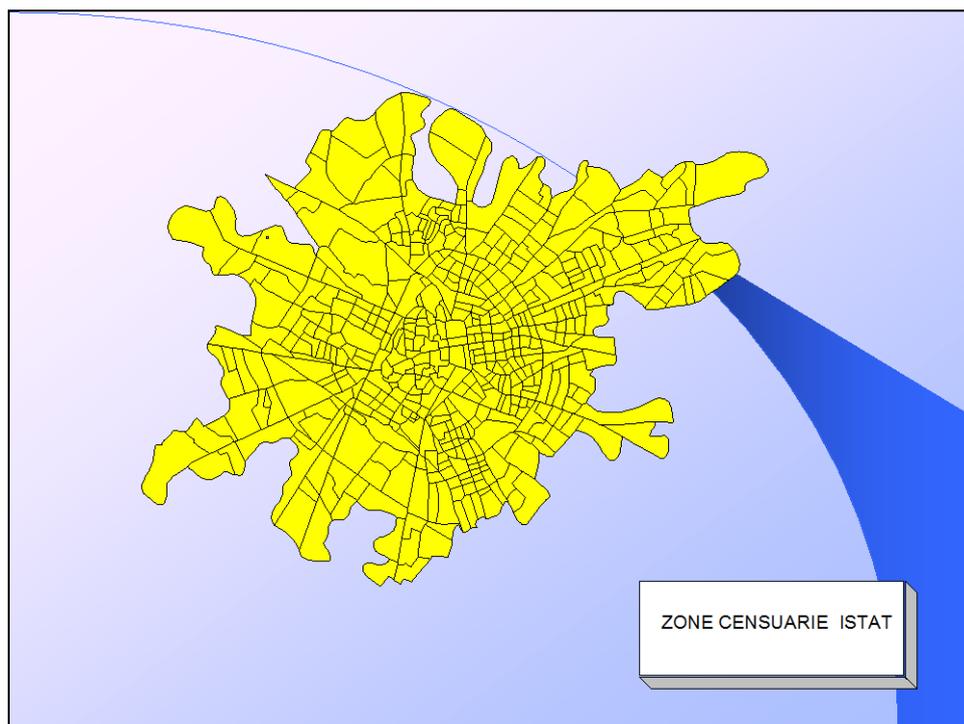


Fig. 1 Zone censuarie ISTAT

Le varie sezioni di censimento verranno classificate e successivamente raggruppate in modo da limitare il più possibile l’eccessivo frazionamento del territorio stesso, operando in modo da riunire zone acusticamente omogenee senza ricorrere ad eccessive semplificazioni.

Prima di arrivare alla zonizzazione acustica del territorio è utile la predisposizione di carte tematiche con riferimento alla densità di popolazione, alle infrastrutture di trasporto, alla densità di esercizi commerciali, alla densità di esercizi artigianali e alla presenza di uffici.

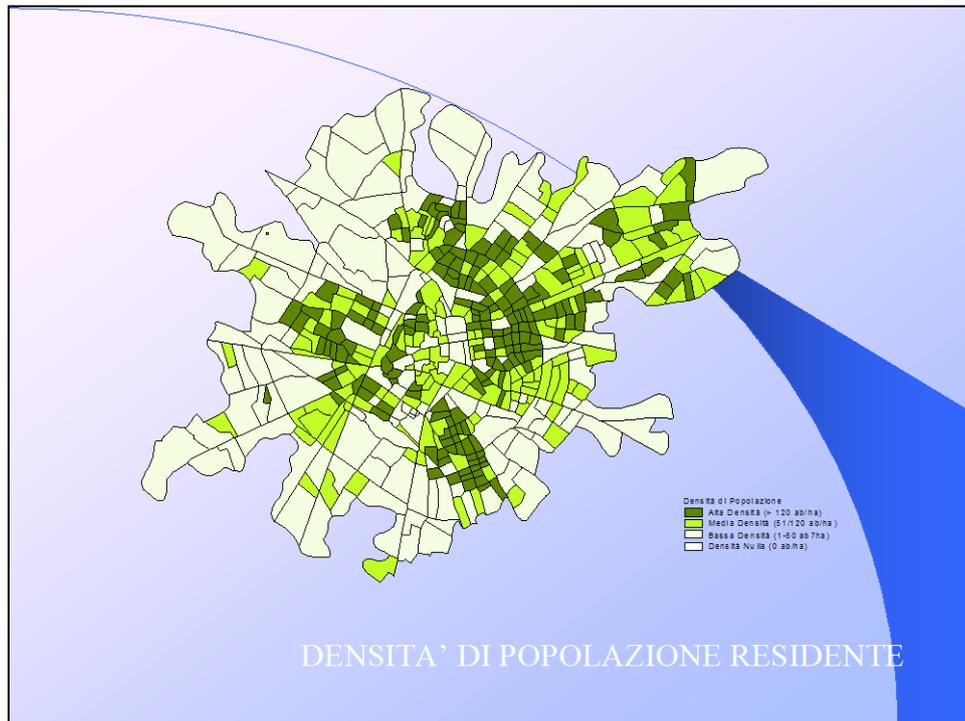


Fig. 2 Carta della Densità di Popolazione

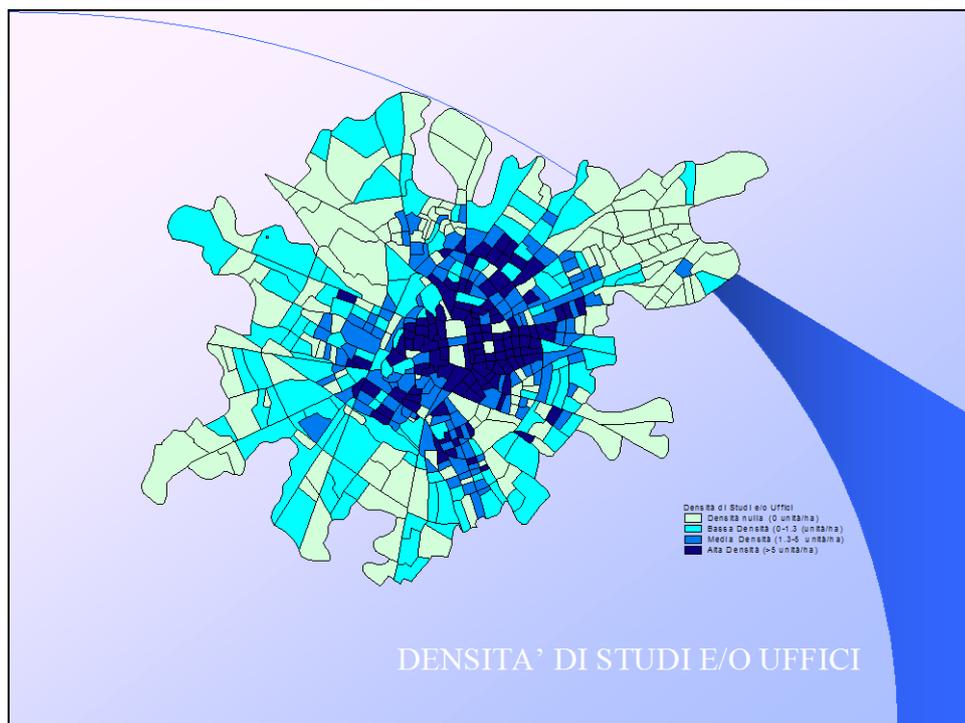


Fig. 3 Carta della densità di studi ed uffici

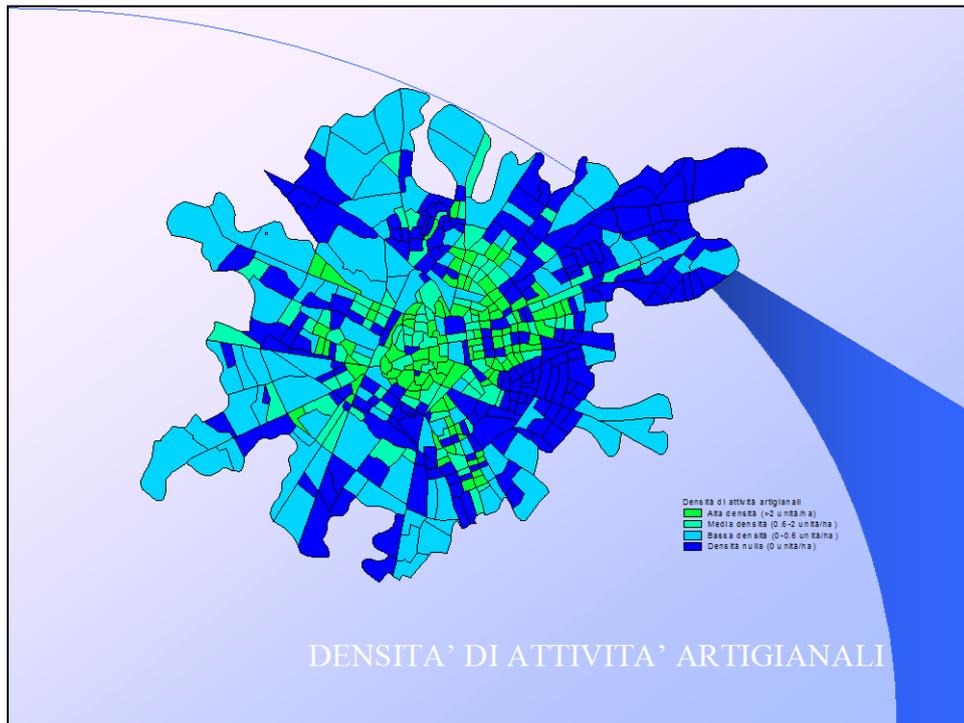


Fig. 4 Carta della densità di attività artigianali

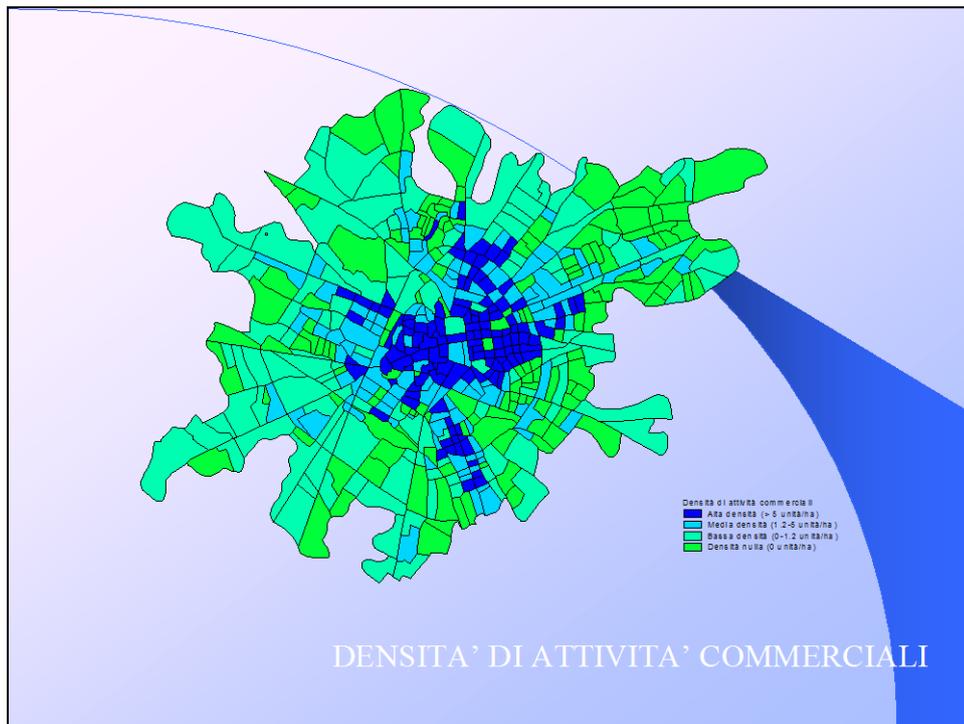


Fig. 5 Carta della densità di attività commerciali

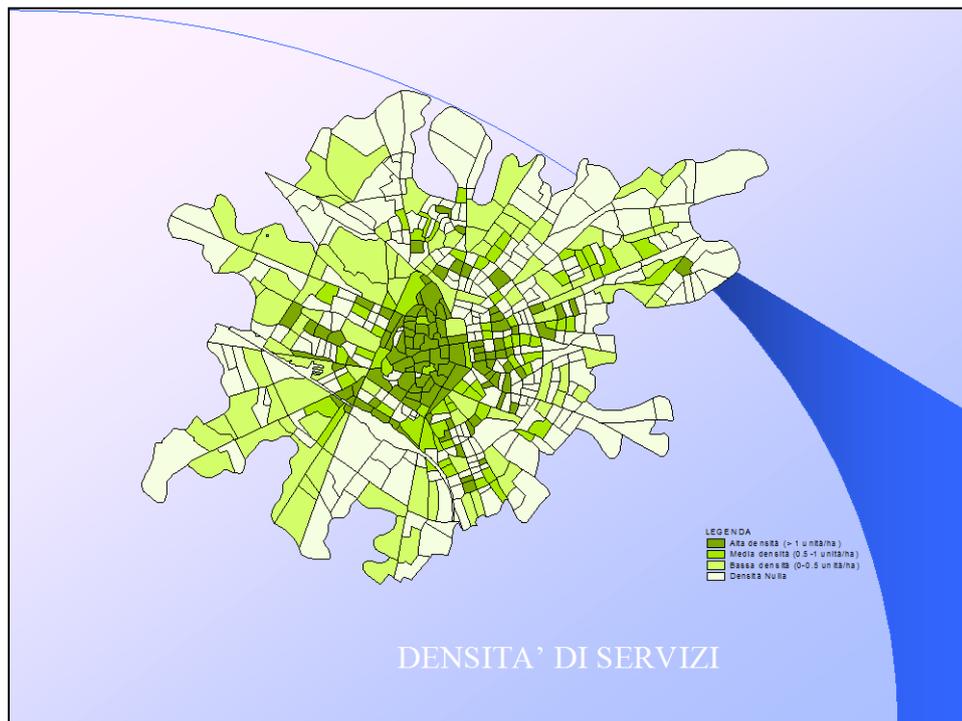


Fig. 6 Carta della densità di servizi

Nella definizione delle zone acusticamente omogenee si farà in modo che non risultino contigue aree caratterizzate da limiti massimi per il livello equivalente di pressione sonora ponderato in scala "A" che differiscano di più di 5 dB. Qualora nelle zone già urbanizzate non fosse possibile rispettare tale vincolo a causa dell'effettivo uso del territorio, si devono inserire opportune fasce di rispetto, che devono essere contenute nella zona con limite superiore di rumore più elevato, oppure dovrà tenersi conto di ciò nell'elaborazione dei piani di risanamento.

Verranno inoltre individuate aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo ovvero mobile, prevedendo opportune fasce di rispetto per il suo svolgimento.

Seguendo prevalentemente i criteri di effettiva fruizione del territorio e di destinazione di piano regolatore (analisi della disciplina urbanistica vigente), la classificazione delle zone inizierà dall'identificazione delle aree corrispondenti alle classi con più alto rischio ambientale, impianti industriali significativi, porti (classi V e VI) e di quelle particolarmente protette, ospedali, scuole e parchi pubblici (classe I).

Si individueranno poi sul territorio le principali arterie di traffico, strade ad intenso traffico veicolare o di grande comunicazione, linee ferroviarie (classe IV) che, con una fascia ad esse parallele, costituiscono la griglia entro la quale ricadono le altre zone del territorio da classificare.

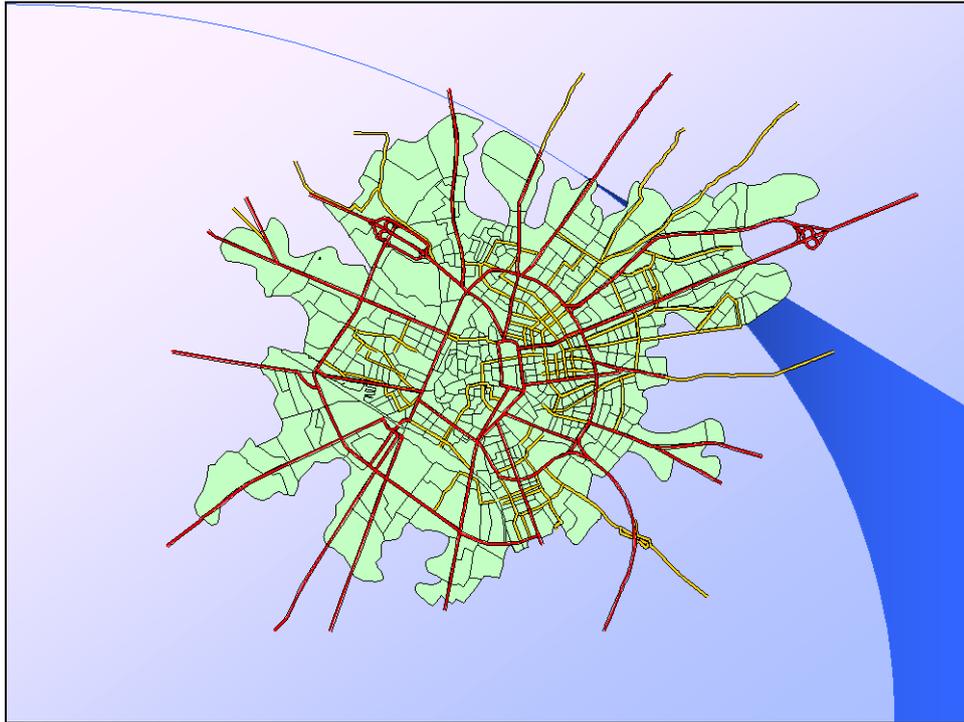


Fig. 7 Classificazione della rete viaria

Va tenuto presente che la fascia parallela a strade e ferrovie deve essere prevista nel caso in cui queste attraversano aree appartenenti a classi inferiori; mentre strade e ferrovie assumono automaticamente la classe corrispondente all'area attraversata nel caso di attraversamento di zone di classe superiore.

Nel definire l'ampiezza delle fasce parallele a strade e ferrovie, da classificare anch'esse in classe IV, si terrà conto degli schermi presenti lungo il percorso di propagazione del suono, quali edifici, dislivelli ed altre barriere naturali, per cui orientativamente potranno seguirsi i seguenti criteri:

- 1) nel caso di file continue di fabbricati la fascia si estende sino alla facciata degli edifici, compresi entro 60 metri dal margine della carreggiata;
- 2) nel caso di file continue di edifici interrotte da brevi tratti corrispondenti alle immissioni di vie laterali la fascia si estende lungo queste per 30 metri;
- 3) nel caso di tratti privi di insediamenti la larghezza della fascia sarà definita in modo tale da garantire un sufficiente abbattimento del livello di rumore, tenendo conto anche degli schermi ed ostacoli naturali, e comunque non inferiore ai 100 metri dal margine della carreggiata.

Per la classificazione delle zone di classe II, III e IV si terrà conto, oltre che delle caratteristiche del traffico veicolare, della presenza di strade di grande comunicazione, linee ferroviarie, porti e piccole industrie, della densità della popolazione, della presenza di attività commerciali ed uffici, della presenza di attività artigianali. La maggiore o minore densità di popolazione e intensità del traffico veicolare, la limitata o elevata presenza di attività commerciali,

artigianali e di uffici, saranno opportunamente stimate al fine dell'attribuzione delle varie zone alle classi II, III e IV per la grande rilevanza che queste caratteristiche territoriali hanno dal punto di vista acustico.

Per quanto riguarda la densità di popolazione residente si farà riferimento al numero degli abitanti riferiti alla superficie unitaria di un ettaro, per cui si riterrà:

1) bassa la densità di popolazione inferiore al valore corrispondente al 34° percentile¹ ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili;

2) media la densità di popolazione compresa tra i valori corrispondenti al 34° e 66° percentile ricavabili dalla successione dei dati statistici disponibili;

3) alta la densità di popolazione superiore al valore corrispondente al 66° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili.

Per quanto riguarda le caratteristiche del traffico veicolare, si intenderà per:

4) traffico veicolare locale, che caratterizza la *classe II*, quello che si sviluppa lungo strade locali, interamente comprese all'interno di un quartiere, a servizio diretto degli insediamenti;

5) traffico veicolare locale o di attraversamento, che caratterizza la *classe III*, quello che si sviluppa lungo le strade urbane di quartiere, comprese solo in un settore dell'area urbana, o utilizzate per servire il tessuto urbano nel collegamento tra quartieri, nella distribuzione del traffico delle strade di scorrimento e nella raccolta di quello delle strade locali;

6) traffico veicolare intenso, che caratterizza la *classe IV*, quello che si sviluppa lungo le strade urbane di scorrimento, che garantiscono la fluidità degli spostamenti nell'ambito urbano, raccolgono il traffico veicolare delle strade di quartiere e distribuiscono quello dei tronchi terminali o passanti delle strade extraurbane, le tangenziali, le strade di grande comunicazione;

Per quantificare la presenza di attività commerciali, inserite nel contesto urbano, si può far riferimento alla densità di esercizi commerciali, espressa in numero di esercizi riferiti alla superficie unitaria di un ettaro o al rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da queste attività e l'area della superficie della zona di censimento presa in considerazione, per cui si avrà:

1) limitata presenza di attività commerciali per densità di esercizi commerciali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della

¹ *In una successione di valori non decrescente il percentile, indice frazionario espresso in percentuale, individua il valore della variabile osservata che divide l'insieme totale osservato in due parti, tali che la dimensione della prima rapportata alla dimensione totale corrisponda al valore dell'indice frazionario.*

Secondo questa definizione, innanzitutto si disporranno i valori osservati in successione non decrescente, quindi in funzione del valore del percentile si individuerà quel valore della variabile osservata che divide la successione in due parti, tali che il numero dei valori inferiori al valore individuato rapportato alla totalità dei valori osservati coincida con il valore del percentile.

zona di censimento inferiori al valore corrispondente al 34° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili;

2) presenza di attività commerciali per densità di esercizi commerciali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della zona di censimento compresi tra i valori corrispondenti al 34° e 66° percentile ricavabili dalla successione dei dati statistici disponibili;

3) elevata presenza di attività commerciali per densità di esercizi commerciali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della zona di censimento superiori al valore corrispondente al 66° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili.

Per quantificare la presenza di uffici, si farà riferimento alla densità di uffici espressa in numero di uffici o di addetti riferiti alla superficie unitaria di un ettaro, per cui si avrà:

1) limitata presenza di uffici per densità di uffici inferiore al valore corrispondente al 34° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili;

2) presenza di uffici per densità di uffici compresa tra i valori corrispondenti al 34° e 66° percentile ricavabili dalla successione dei dati statistici disponibili;

3) elevata presenza di uffici per densità di uffici superiore al valore corrispondente al 66° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili.

Per quantificare la presenza di attività artigianali, si farà riferimento alla densità di attività artigianali espressa in numero di attività artigianali riferite alla superficie unitaria di un ettaro o al rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività artigianali e l'area della superficie di censimento, per cui si avrà:

1) limitata presenza di attività artigianali per densità di attività artigianali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della zona di censimento inferiori al valore corrispondente al 34° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili;

2) presenza di attività artigianali per densità di attività artigianali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della zona di censimento compresi tra i valori corrispondenti al 34° e 66° percentile ricavabili dalla successione dei dati statistici disponibili;

3) elevata presenza di attività artigianali per densità di attività artigianali o rapporto tra l'area della superficie complessiva occupata da attività commerciali e l'area della superficie della zona di censimento superiori al valore corrispondente al 66° percentile ricavabile dalla successione dei dati statistici disponibili.

Alla classificazione delle singole zone del territorio comunale preso in considerazione si può giungere attraverso la determinazione di un indice numerico globale pari alla somma dei valori numerici attribuiti agli indici parziali per ciascuno dei parametri prima considerati, che vengono riportati nella tabella seguente.

Valore dell'indice e parziale	Parametro				
0					assenza di attività artigianali
1	bassa densità di popolazione	traffico veicolare locale	limitata presenza di attività commerciali	limitata presenza di uffici	limitata presenza di attività artigianali
2	media densità di popolazione	traffico veicolare di attraversamento	presenza di attività commerciali	Presenza di uffici	presenza di attività artigianali
3	alta densità di popolazione	traffico veicolare intenso	elevata presenza di attività commerciali	elevata presenza di uffici	elevata presenza di attività artigianali

La zona considerata sarà di classe II se l'indice totale suddetto non supera il valore 5; sarà di classe III se assume valori compresi tra 5 e 11; sarà di classe IV se il valore del parametro supera 11.

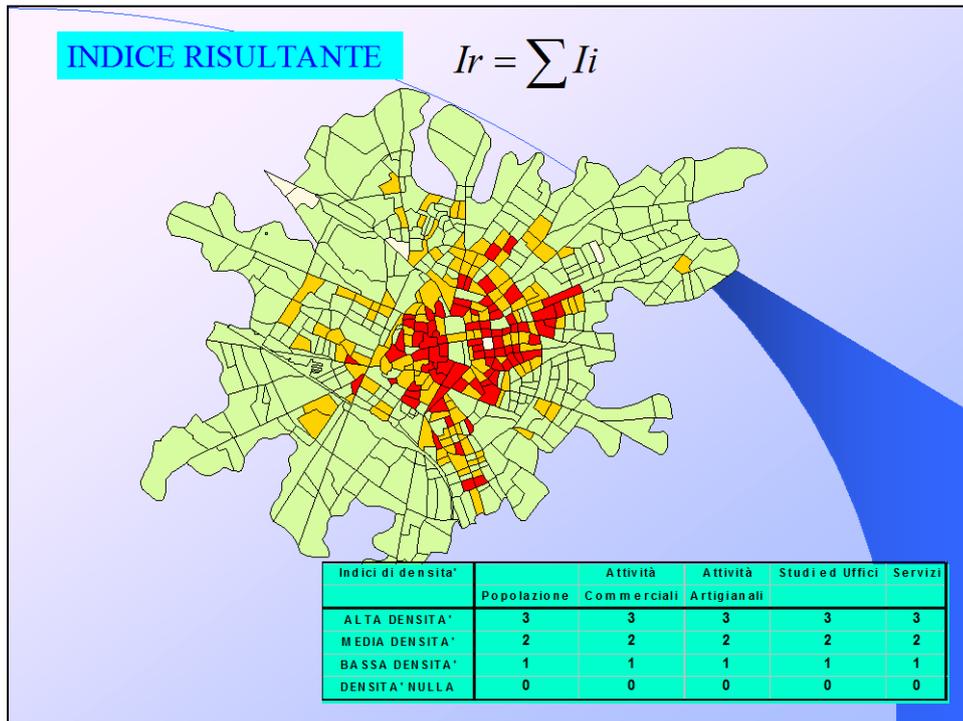


Fig. 8 Carta dell'indice risultatnte

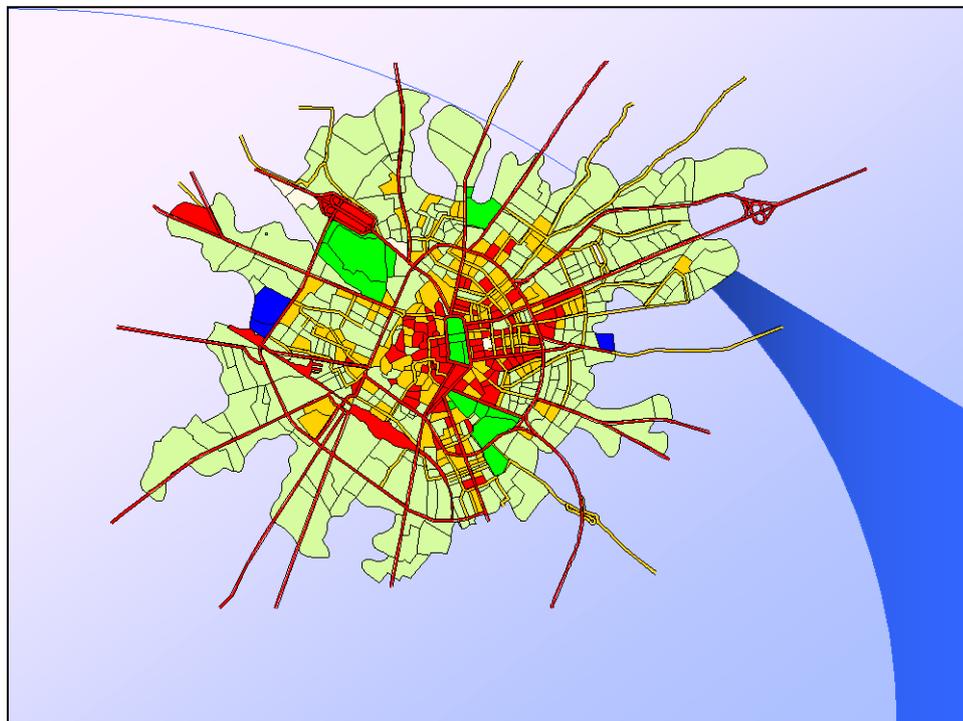


Fig. 9 Carta dell'indice risultante, della classificazione della rete viaria e ferroviaria e delle aree di classe 1 e 5

Eseguita la classificazione delle singole zone, che compongono il territorio comunale, ai fini di eliminare o comunque ridurre l'eventuale presenza di zone a "macchia di leopardo", conviene procedere all'aggregazione di zone adiacenti. Questa operazione va fatta tenendo conto che una zona va riassorbita nella classificazione di quelle confinanti quando queste ultime appartengano tutte alla stessa classe e che le zone limitrofe vanno aggregate in modo tale da raggrupparle il più possibile nella classe più bassa ipotizzabile. Per quanto possibile, inoltre, si farà in modo che i confini delle diverse zone acustiche coincidano con elementi fisici naturali o artificiali (fossi, corsi d'acqua, confini di proprietà, ecc.).

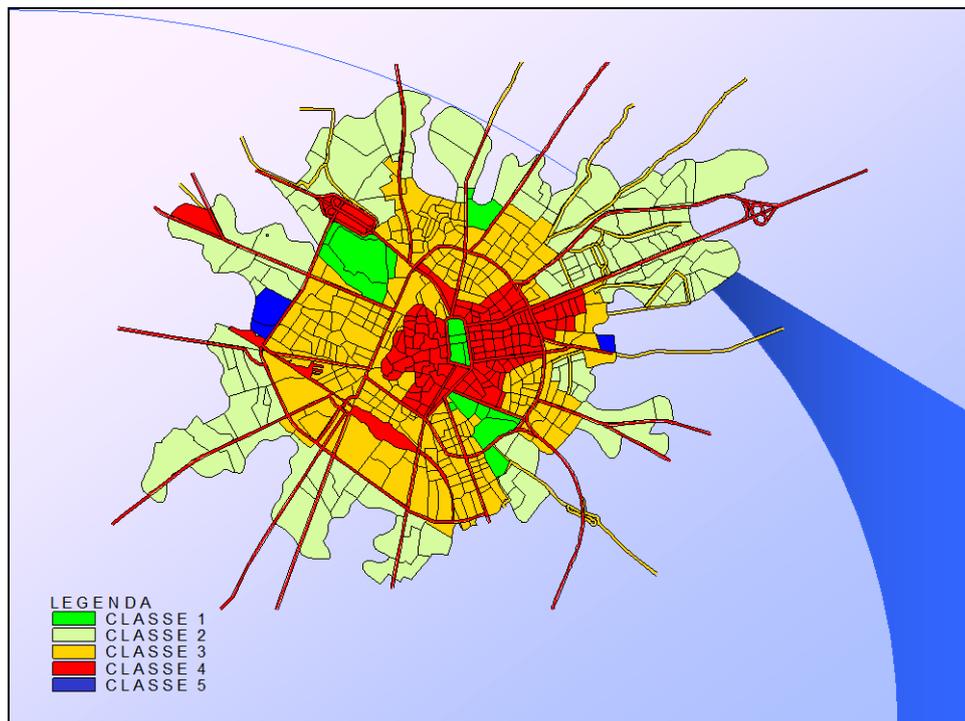


Fig 10. zonizzazione

Per la zonizzazione dell'area extraurbana l'approccio è stato meno numerico e più basato sull'analisi della disciplina urbanistica vigente e sull'effettivo uso del suolo.



Fig.11 Zone censuarie ISTAT del Comune di Lecce

Fig. 3 Zonizzazione area urbana

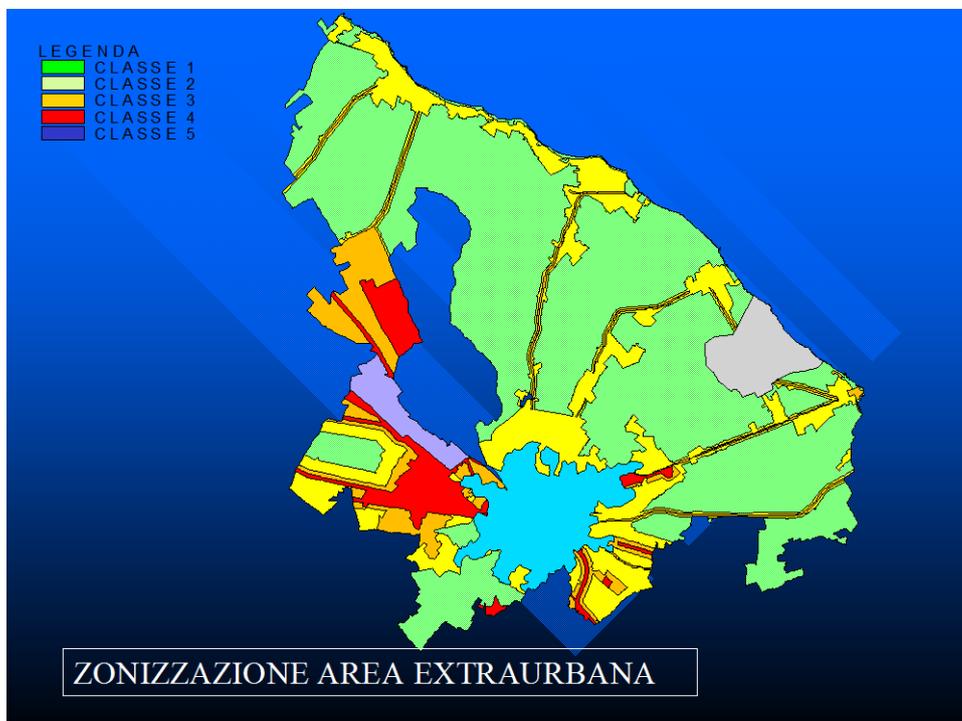


Fig.12 zonizzazione area extraurbana

4) La mappatura acustica del territorio

La mappatura acustica del territorio è la “fotografia” del clima acustico esistente in una data area, eseguita per verificare il superamento dei limiti di legge per la rumorosità ambientale.

La realizzazione della mappatura inizia con un’apposita campagna di osservazioni fonometriche eseguite per ottenere oltre ad indicazioni puntuali sul clima acustico per l’area indagata, anche la caratterizzazione delle sorgenti di rumore osservate, attraverso l’individuazione dei rispettivi livelli di potenza, al fine di adoperare appositi modelli matematici che consentono di stimare la rumorosità su tutti i punti del territorio.

Il quadro normativo a cui si è fatto riferimento per l’impostazione della campagna di misure è costituito dalla legge quadro 447/95 e dai relativi decreti attuativi pubblicati:

- DM 31/10/1997 “Metodologia del rumore aeroportuale” in GU n. 267 del 15/11/1997;
- DPCM 14/11/97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” in GU n. 280 del 01/12/1997;
- DPCM 05/012/1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” in GU n. 297 del 22/12/97;
- DPR 11/12/1997 n. 496 “Regolamento recante norme per la riduzione dell’inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili” in GU n. 20 del 26/01/1997;
- DM 16/3/98 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” in GU n. 76 del 01/04/1998

La Legge introduce le definizioni base di inquinamento acustico, di ambiente abitativo, di sorgente sonora fissa, di sorgente sonora mobile, ed i valori limite di emissione ed immissione, oltre che i valori di attenzioni e di qualità.

Viene altresì introdotta una nuova figura professionale, il tecnico competente, per svolgere le attività tecniche connesse alla misurazione dell’inquinamento acustico, alla verifica del rispetto o del superamento dei limiti previsti per il rumore, oltre che per la predisposizione degli interventi di riduzione dell’inquinamento acustico.

I decreti che riguardano in maniera diretta l’impostazione e le modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici finalizzati allo studio del clima acustico sono due: Il DPCM del 14/11/97 e il DM 16/3/1998.

Il primo fissa i valori limite per i parametri di analisi stabiliti nella Legge 447/95 che non debbono essere superati nelle rispettive classi di territorio individuate dalla zonizzazione.

In particolare i limiti da prendere in esame sono i seguenti:

- limiti di immissione;
- limiti di emissione;

- ❑ valori di attenzione;
- ❑ valori di qualità.

- *Limite di immissione*

E' suddiviso in assoluto e differenziale. Il limite assoluto è il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

In particolare il valore di immissione è determinato, in un qualsiasi punto del territorio, come somma dei contributi apportati da tutte le sorgenti sonore, mentre il suo valore limite varia in funzione delle classi acustiche della zonizzazione (Tabella 1) cui il punto di osservazione appartiene.

Tabella 1: valori limite assoluti di immissione

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempi di riferimento</i>	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Il decreto, paradossalmente, non assoggetta le infrastrutture dei trasporti ai limiti precedentemente riportati, nell'ambito delle rispettive fasce di pertinenza (per le strade tra l'altro definite dalla Legge Regionale n. 3), limitandosi a stabilire che all'interno delle suddette fasce le uniche sorgenti che concorrono alla formazione del valore di immissione siano quelle non riportate nell'elenco di cui all'art. 11, comma 1, della legge 447/95.

Il limite differenziale invece è la differenza fra il rumore ambientale e quello residuo

$$L_D = L_A - L_R$$

ed i suoi valori ammissibili coincidono con quelli già fissati nel DPCM 01/03/1991, in 5 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e in 3 dB(A) in quello notturno per l'incremento di rumorosità apportato da una specifica sorgente.

Anche in questo caso i limiti non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali o ferroviarie.

- *Limite di emissione*

Il limite di emissione è da intendersi come "livello di emissione relativi a una specifica sorgente e valutato al ricettore".

Esso si riferisce sia alle sorgenti fisse che a quelle mobili: nel primo caso valgono i valori indicati nella tabella 2, che si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente analizzata, secondo la rispettiva classificazione in zone; nel secondo caso o con i singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, si applicano i regolamentati delle norme di omologazione e certificazione degli stessi.

Tabella 2: valori limite di emissione

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempi di riferimento</i>	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

I rilevamenti vanno effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità, ed il livello di emissione di una sorgente si ottiene escludendo dal rumore ambientale i contributi tutte le altre sorgenti.

- **Limite di Attenzione**

E' il rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente ed il superamento del valore di attenzione comporta l'adozione di piani di risanamento acustici.

- **Limite di Qualità**

E' il valore di rumore da conseguire nel breve, medio, lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili.

Tabella 3: valori di qualità

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempi di riferimento</i>	
	Diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Con l'emanazione del DM 16/03/1998 vengono definitivamente abbandonate le metodologie e le tecniche di misurazione fissate dal DPCM 01/03/1991 e rimaste transitoriamente in vigore dopo l'emanazione del DPCM 14/11/1997.

Rispetto al DPCM. 01/03/1991 che fornisce criteri molto generali al riguardo, il Decreto Ministeriale del 16 marzo 1998 individua modalità assai più articolate, sia per quanto concerne gli aspetti strettamente metrologici, che in ordine alla metodologia di determinazione e valutazione dei risultati.

Puntuali sono, infatti, i riferimenti circa l'uso della strumentazione (ad esempio in relazione alla dotazione tecnica e agli obblighi della taratura), e maggiormente dettagliati i metodi valutativi del rumore impulsivo o del rumore con componenti tonali.

Tutti i limiti (emissione ed immissione) ed i valori (attenzione e qualità) si valutano attraverso il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A (L_{Aeq}) relativo all'intero periodo di riferimento sia diurno che notturno.

Il valore assoluto di immissione, il valore di attenzione e il valore di qualità vengono determinati come somma del rumore prodotto da tutte le sorgenti esistenti in un dato luogo, mentre quello di emissione va riferito a una sorgente specifica ed è misurato in corrispondenza dei punti utilizzati da persone e comunità. Ovviamente la difficoltà della sua determinazione è legata alla possibilità e capacità di scorporo del contributo della sorgente.

Si riportano qui integralmente le definizioni delle grandezze contenute nel D.M. 16 marzo 1998 che costituiscono la base tecnico-scientifica per le misure fonometriche.

1. *Sorgente specifica:*

sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico;

2. *Tempo a lungo termine (T_L):*

rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.

3. *Tempo di riferimento (T_R):*

rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.

4. *Tempo di osservazione (T_O):*

è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

5. *Tempo di misura (T_M):*

all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno

6. *Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A" L_{AS}, L_{AF}, L_{AI} :*

esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

7. *Livelli dei valori massimi di pressione sonora $L_{ASmax}, L_{AFmax}, L_{AImax}$:* esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

8. *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"*: valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \right] \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20 \mu Pa$ è la pressione sonora di riferimento.

9. *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ($L_{Aeq,TL}$)*:

il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ($L_{Aeq,TL}$) può essere riferito:

a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo T_L , espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_1^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})} \right]$$

essendo N i tempi di riferimento considerati.

b) al singolo intervallo orario nei T_R . In questo caso si individua un T_M di 1 ora all'interno del T_O nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura T_M , espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{M} \cdot \sum_1^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})} \right]$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i-esimo T_R .

E' il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

10. *Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} , (SEL)*:

è dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{t_0} \right] \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt$$

dove $t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento; t_0 è la durata di riferimento (1s)

11. *Livello di rumore ambientale (L_A):*

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M
- 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R

12. *Livello di rumore residuo (L_R):*

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

13. *Livello differenziale di rumore (L_D):*

differenza tra livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = L_A - L_R^2$$

14. *Livello di emissione:*

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

15. *Fattore correttivo (K_i):*

è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3$ dB
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3$ dB
- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

16. *Presenza di rumore a tempo parziale:*

² *Queste definizioni sono riprese dalla ISO 1966/1-1982 che definisce:*

Ambient noise - il suono complessivo in una certa situazione ad un dato istante di tempo normalmente composto dal suono di più sorgenti vicine e lontane.

Specific noise - una componente del rumore ambientale che possa essere specificamente identificato tramite indagini acustiche ed associato ad una specifica sorgente.

Initial noise - il rumore ambientale esistente in una certa area priva di ogni variazione della situazione esistente.

Residual noise - Rumore ambientale che rimane in una certa posizione e ad un dato istante quando uno o più rumori componenti sono eliminati.

esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).

17. *Livello di rumore corretto (L_C):*

è definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

18. *Livelli percentili L_x :*

Livello istantaneo di pressione sonora o livello equivalente continuo ponderato A calcolato su un piccolo intervallo d'integrazione, che nella popolazione di valori misurati (o calcolati) viene superato l' X% delle volte.

Le modalità di misura, la posizione del microfono, i parametri di acquisizione e i tempi di misura, sono legate alla natura e allo scopo dell'indagine.

Un sopralluogo prima dell'inizio delle misure è dunque indispensabile per acquisire tutte le informazioni che possono condizionare il rilievo.

Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

Nel caso di misure per il monitoraggio del rumore stradale il microfono deve essere posto ad una distanza di almeno 1 m dalle facciate degli edifici maggiormente esposti ai livelli di rumore, ed alla quota da terra di 4 m.

In assenza di edifici il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai recettori sensibili.

Per quanto riguarda i tempi di misura, la prescrizione più significativa è quella di effettuare un rilievo di durata complessiva non inferiore ad una settimana (tempo a lungo termine T_L).

In tale periodo deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato "A" per ogni ora su tutto l'arco delle 24 ore.

Dai singoli dati del livello continuo orario ottenuti si calcola:

- a) per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni;
- b) i valori medi settimanali diurni e notturni.

In pratica, sebbene i moderni sistemi di rilevamento siano in grado di rilevare in tempo reale un numero di parametri estremamente elevato, alla fine è sufficiente presentare una tabella riepilogativa delle misure orarie, giornaliere e settimanali.

I valori medi settimanali diurni e notturni devono essere confrontati con i livelli massimi di immissione stabiliti dal regolamento di esecuzione previsto dall'art. 11 della Legge 26 ottobre 1997 n. 447.

Volendo mostrare l'evoluzione temporale del fenomeno nel corso delle 24 ore, sulla base della definizione dei livelli sonori equivalenti relativi al tempo di lungo termine ($L_{Aeq,TL}$), si opera il calcolo del livello medio per ciascuna ora lungo l'intera settimana.

Il valore massimo (diurno e notturno) del diagramma ottenuto ponendo sull'asse delle ascisse i tempi (ore), e sull'asse delle ordinate i livelli $L_{Aeq,TL}$, rappresenta il valore che deve essere confrontato con i limiti d'attenzione.

Il rumore ferroviario è valutato considerando i contributi apportati al rumore ambientale, nel punto di misura, dal transito dei singoli convogli e distribuendo l'energia sonora ottenuta sull'intero tempo di riferimento, diurno o notturno, attraverso la seguente relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_R} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0.1(SEL_i)} \right]$$

E' dunque necessario disporre di una idonea strumentazione in grado di campionare il profilo temporale degli eventi sonori (con costante di tempo Fast), ed estrarre dallo stesso gli "eventi" costituiti dal passaggio dei convogli, calcolando il SEL di ciascuno di essi.

Per una corretta determinazione dei SEL, occorre che i valori di L_{AFmax} siano almeno 10 dB(A) superiori al livello sonoro residuo.

Il tempo di misura T_M deve essere non inferiore a 24 h.

Sulla base dell'orario in cui si è verificato l'evento e dall'esame dei profili temporali devono essere individuati gli eventi sonori non attribuibili al transito dei treni oppure caratterizzati da fenomeni accidentali.

I valori di SEL corrispondenti a transiti di convogli ferroviari invalidati da eventi eccezionali devono essere sostituiti dal valore medio aritmetico del SEL calcolato su tutti i restanti transiti.

Ai fini della validità del valore di $L_{Aeq,TR}$ il numero di transiti dei convogli ferroviari invalidati da altri fenomeni rumorosi, non deve superare il 10% del numero di transiti N .

Per la campagna di rilievi fonometrici sono stati pertanto adoperati due laboratori mobili, denominati rispettivamente con le sigle “Lab A” e “Lab B”, completamente attrezzati per rilievi a lungo termine.

La Strumentazione in dotazione a ciascun furgone è costituita da un fonometro integratore di classe 0 modello “Symphonie” della 01 dB, da una catena microfonica per esterni di classe 1 modello G.R.A.S. type 41AL opportunamente equipaggiata con un microfono ad incidenza casuale del tipo G.R.A.S 40 AR, da un calibratore di classe 1 modello CAL01 della 01 dB con adattatore per la calibrazione del microfono, e da un sistema completo di sonde meteorologiche (umidità, temperatura, direzione e velocità del vento, pressione) Reinhardt mod CWS7.

Tutti i sensori sono disposti su un palo estensibile che raggiunge un'altezza di 4 m dal piano stradale, e l'alimentazione dei personal computer, delle schede di acquisizione e delle sonde viene garantita, per almeno sette giorni consecutivi, da due sistemi di batterie oltre che dalla possibilità di un eventuale allaccio diretto alla rete elettrica.

I laboratori sono altresì assemblati in osservanza di tutte le normative vigenti in materia di sicurezza al fine di garantire l'incolumità degli operatori e delle persone in prossimità dei mezzi.



Fig. 13 Laboratori mobili

Stante la tipologia delle apparecchiature disponibili, sono state acquisite tutte le grandezze che le stesse attrezzature sono in grado di analizzare (fatta eccezione la registrazione audio del rumore che avrebbe occupato in breve tempo tutto lo spazio disponibile sulla memoria dei computers in dotazione), rimandando alla successiva fase di analisi il compito di scegliere quelle informazioni che risultassero utili alla redazione delle mappe di rumore.

Nello specifico per ogni punto di misura sono state contemporaneamente acquisite le seguenti grandezze:

- Livello di pressione sonora lineare e ponderato A, con costanti Fast, Slow ed Impulse;

- ❑ Livello di pressione sonora massimo lineare e ponderato A, con costanti Fast, Slow ed Impulse;
- ❑ Livello di pressione sonora minimo lineare e ponderato A, con costanti Fast, Slow ed Impulse;
- ❑ Livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A;
- ❑ Analisi spettrale real-time per bande di 1/3 di ottava per tutto il tempo di misura;

Altri informazioni quali i livelli percentili o la time history del livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A orario, giornaliero o settimanale possono essere desunte dalle grandezze acquisite in fase di post-elaborazione.

Infine la gamma dinamica dell'apparecchiatura è stata impostata su un range di 30-140 dB che nella totalità dei casi analizzati garantisce la risposta lineare dello strumento alle sollecitazioni sonore osservate. La campagna di rilievi è stata svolta in circa 4 mesi con l'esecuzione di 28 rilievi settimanali su altrettante postazioni in prossimità di strade urbane ed extraurbane, e 19 rilievi giornalieri in prossimità della ferrovia o in punti di verifica.

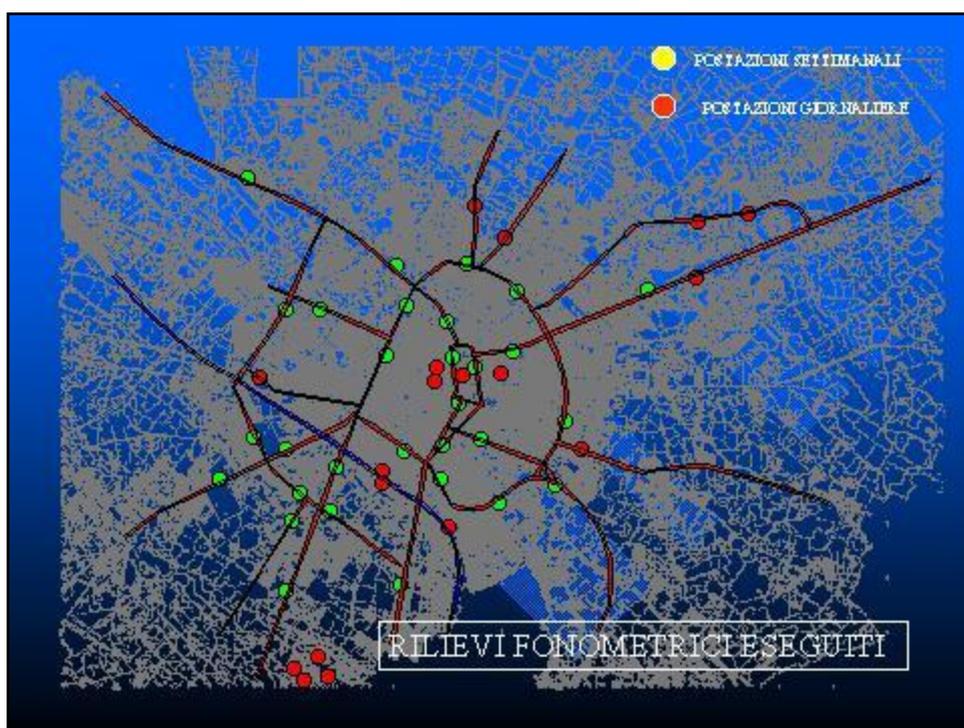


Fig. 14 Rete viaria e postazioni fonometriche

Il tipo di postazione (settimanale o giornaliera) viene distinto con un differente simbolo, mentre il numero identificativo della postazione viene riportato esclusivamente sulla cartografia inserita nei libretti di misura.

Ogni libretto di misura è composto da otto parti riportanti le informazioni richieste dal D.M. 18/03/1998:

- ❑ La parte prima contiene informazioni generali quali il numero identificativo della postazione, la data di inizio e fine della misura, la località, l'elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misura, l'identificativo del coordinatore dei rilievi, del tecnico competente che ha eseguito la misura e del responsabile del procedimento, l'ubicazione cartografica del punto di misura rispettivamente in scala 1:10.000 ed 1:1.000
- ❑ La parte seconda contiene informazioni di natura meteorologica quali la direzione e la velocità del vento, la pressione atmosferica, l'umidità relativa e la temperatura rilevate con cadenza oraria, ed ovviamente i periodi di pioggia.
- ❑ La parte terza riporta informazioni sul tipo di strumentazione adoperata per i rilievi fonometrici con il grado di precisione ed, in allegato, i certificati di taratura.
- ❑ La parte quarta riporta una descrizione sintetica della sorgente osservata con la classe di appartenenza della stessa alla zonizzazione.
- ❑ La parte quinta contiene l'ora di misura, i periodi di riferimento, di osservazione e misura ed i livelli di rumore rilevati oltre agli indicatori statistici, mentre nella parte sesta sono allegati i diagrammi di riferimento del Leq(A) orario ed, in alcuni casi, anche la time history oraria o la time history spettrale per alcune bande di terza d'ottava.
- ❑ La parte sesta riporta i risultati delle misure sotto forma di diagrammi.
- ❑ La parte settima riporta la documentazione fotografica.
- ❑ La parte ottava riguarda le conclusioni.

I dati rilevati sono stati immagazzinati con cadenza oraria in files per ognuno dei quali è stata eseguita una accurata analisi, in fase di post elaborazione, al fine di valutare la bontà dei risultati forniti.

Sono stati esclusi dalle misure quei periodi in cui la velocità del vento è risultata superiore ai 5 m/s, i periodi di pioggia intensi o prolungati ed altresì i periodi successivi a quelli di pioggia per i quali risultassero anomali valori dei percentili L90 o L95, indice questo di un fondo stradale ancora bagnato.

Sono stati esclusi anche i periodi di anomalo funzionamento della strumentazione (facilmente individuabili dalla time history oraria del livello di pressione sonora) ed in genere corrispondenti a fenomeni di condensa sulla membrana del microfono, e comunque sono state ripetute tutte quelle misure per le quali risultasse una differenza fra il valore iniziale e finale di calibrazione superiore a 0.5 dB(A).

Di seguito sono riportate le parti principali di un libretto delle misure.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI LECCE
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione
Regione Puglia - P.O.P. 1994-1999
Sottomisura 7.3.8
SCHEMA DI RILEVAMENTO ACUSTICO

PARTE PRIMA: Informazioni generali

Postazione di misura N°:	
Località:	
Data inizio misura:	
Data fine misura:	
Operatori:	
Il Collaboratore:	
Il Coordinatore:	
I Tecnici competenti:	
Il Direttore del Dipartimento:	

PARTE SECONDA: Condizioni meteorologiche

Direzione del vento (valori orari) [gradi sessadecimali con zero a Nord]

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								

* Non Rilevato.

 Velocità del vento nulla

Velocità del vento (valori orari) [m/s]

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								

* Non Rilevato.

Pressione atmosferica (valori orari) hPa

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
	05.00-06.00							

* Non Rilevato.

Umidità relativa (valori orari) %

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
	05.00-06.00							

* Non Rilevato.

Temperatura (valori orari) °C

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								

* Non Rilevato.

PARTE TERZA: Descrizione della strumentazione

		Classe
Fonometro:		
Microfono:		
Preamplificatore:		
Calibratore:		

SEGUONO IN ALLEGATO I CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE ADOPERATA

PARTE QUARTA: Descrizione delle sorgenti di rumore

Tipologia sorgente:	
N° delle corsie di marcia:	
N° dei sensi di marcia:	
Caratteristiche del manto stradale:	
Caratteristiche del traffico:	
Volume di traffico nell'ora di punta secondo il P.U.T	
Note:	

PARTE QUINTA: Misure di rumore

		Costante di tempo			
Impostazioni strumentali:	Grandezze rilevate	Lp			
		Lpm			
		LpM			
		Leq			
		Lpeak			
		Multispectra 1/3 Oct			
	Gamma dinamica				
	Circuito di ponderazione per Lp				
	Valore iniziale di calibrazione				
	Valore finale di calibrazione				

Livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A dB(A)

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Livello giornaliero								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								
Livello giornaliero								

* Non Rilevati.

** Non Validi.

Percentile del livello di pressione sonora ponderato A dB(A): L₉₀

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
19.00-20.00								
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Livello giornaliero								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								
Livello giornaliero								

* Non Rilevati.

** Non Validi.

Percentile del livello di pressione sonora ponderato a dB(A): L₉₅

Data:		19/03/01	20/03/01	21/03/01	22/03/01	23/03/01	24/03/01	25/03/01
		Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Periodo di riferimento diurno	06.00-07.00							
	07.00-08.00							
	08.00-09.00							
	09.00-10.00							
	10.00-11.00							
	11.00-12.00							
	12.00-13.00							
	13.00-14.00							
	14.00-15.00							
	15.00-16.00							
	16.00-17.00							
	17.00-18.00							
	18.00-19.00							
	19.00-20.00							
20.00-21.00								
21.00-22.00								
Livello giornaliero								
Periodo di riferimento notturno	22.00-23.00							
	23.00-24.00							
	24.00-01.00							
	01.00-02.00							
	02.00-03.00							
	03.00-04.00							
	04.00-05.00							
05.00-06.00								
Livello giornaliero								

* Non Rilevati.

** Non Validi.

Tabella riassuntiva dei risultati giornalieri		
	DIURNO	NOTTURNO
Leq(A)		
Percentili di riferimento		
	DIURNO	NOTTURNO
L90		
L95		

Valori arrotondati		
	DIURNO	NOTTURNO
Leq(A)		

Sono omesse per ovvie ragioni di spazio le parti VI VII ed VIII oltre che la cartografia con l'ubicazione del punto di misura.

5) La mappatura acustica

La mappa della rumorosità ambientale è stata realizzata attraverso il calcolo dei valori assunti dal livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A sul territorio, utilizzando gli algoritmi matematici previsionali del software di simulazione acustica Mithra 4.01 del C.S.T.B che utilizza il codice ISO 9613 e avendo come punti di riferimento i valori misurati nelle postazioni, di cui si è detto nei paragrafi precedenti.

L' algoritmo di caratterizzazione delle sorgenti lineari del tipo ray-tracing inverso, come quello usato, consente la determinazione dei livelli di potenza delle sorgenti e successivamente l'applicazione del modello ISO di propagazione del rumore purché si tenga in considerazione l'orografia del territorio, la presenza di edifici ed ostacoli, la posizione plano-altimetrica della sorgente schematizzata e, non ultimi, i risultati delle rilevazioni acustiche, opportunamente eseguiti ed analizzati criticamente al fine di individuare il contributo delle sorgenti acustiche, prese in considerazione.

Per quelle strade, dove non è stato possibile la determinazione del livello di potenza attraverso misure acustiche dirette, si è proceduto alla caratterizzazione utilizzando l'algoritmo di generazione dei livelli di potenza proprio del NMPB-96 Method, che elabora alcuni parametri, tra i quali: a) i flussi veicolari nell'ora di punta, rivenienti dal Piano Urbano del Traffico; b) la tipologia del traffico; c) le caratteristiche geometriche dei luoghi; d) le caratteristiche intrinseche del manto stradale.

Occorre tenere presente, tuttavia, che i risultati del modello previsionale sono affidabili entro una distanza di circa 200 m dalla sorgente e comunque non riescono mai a fornire risultati attendibili per quanto concerne la posizione della curva di isolivello dei 45 dB(A). Oltre i 200 m, infatti, l'azione del vento e le variazioni di umidità e di temperatura influenzano in maniera decisiva la propagazione del suono, per cui qualsiasi previsione (per quanto complesso sia il modello di simulazione) non può essere ritenuta attendibile.

Va osservato che un gradiente di temperatura dell'aria, decrescente con la quota, e la presenza di vento, opposto alla direzione di propagazione del suono, produce una "zona d'ombra" al di là della quale le onde più basse sfiorano il terreno per poi propagarsi nuovamente verso l'alto. In queste zone d'ombra, i livelli sonori sono inferiori a quelli che si avrebbero in normali condizioni di propagazione poiché ovviamente una parte di energia viene diffratta verso l'alto. Al contrario un gradiente di temperatura dell'aria, crescente con la quota, e la presenza di vento, che soffia nella direzione di propagazione del suono, produce invece l'incurvamento verso il basso delle onde sonore con la conseguenza che in alcuni punti si possono riscontrare livelli di pressione più elevati rispetto a quelli che si avrebbero in condizioni normali di propagazione.

Quanto detto spiega il fatto che nella mappatura acustica compaiono alcune "aree bianche", che stanno ad indicare l'impossibilità di eseguire alcuna valutazione e di individuare di un valore attendibile per la rumorosità ambientale.

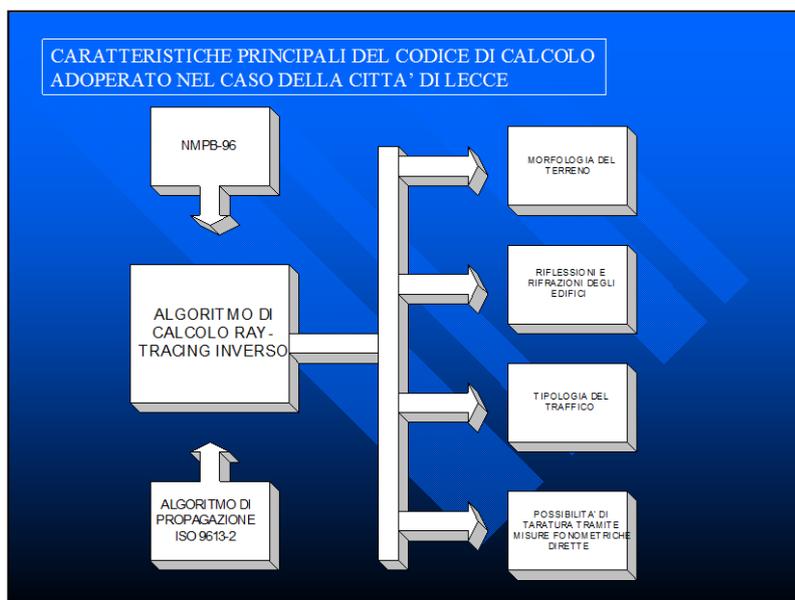


Fig.15 – layout della metodologia per la mappatura

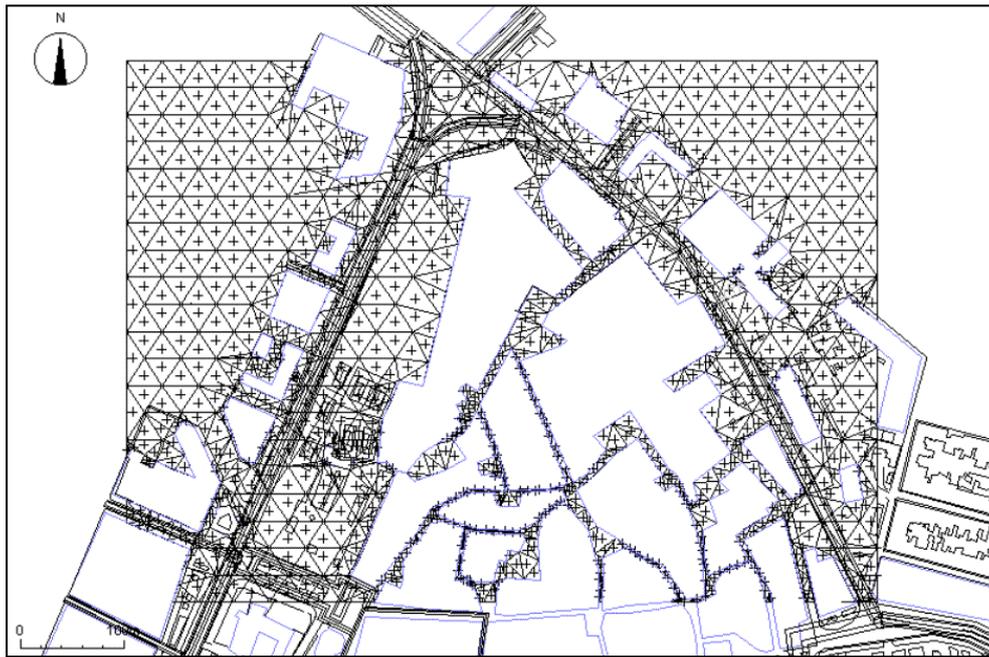


Fig. 16 esempio di elaborazione delle mappe di rumore

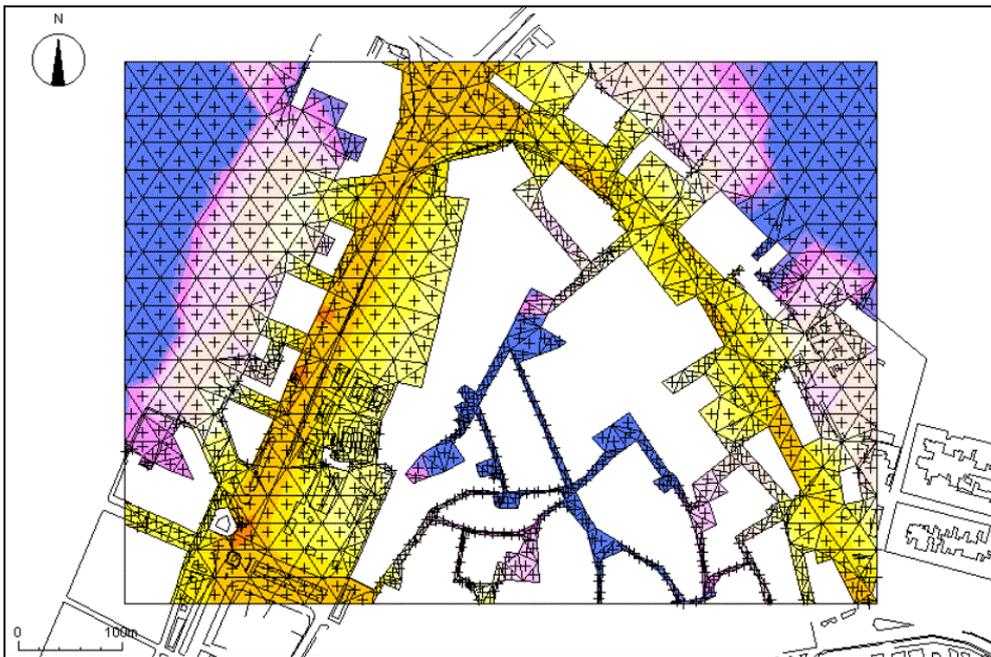


Fig. 17 esempio di elaborazione delle mappe di rumore

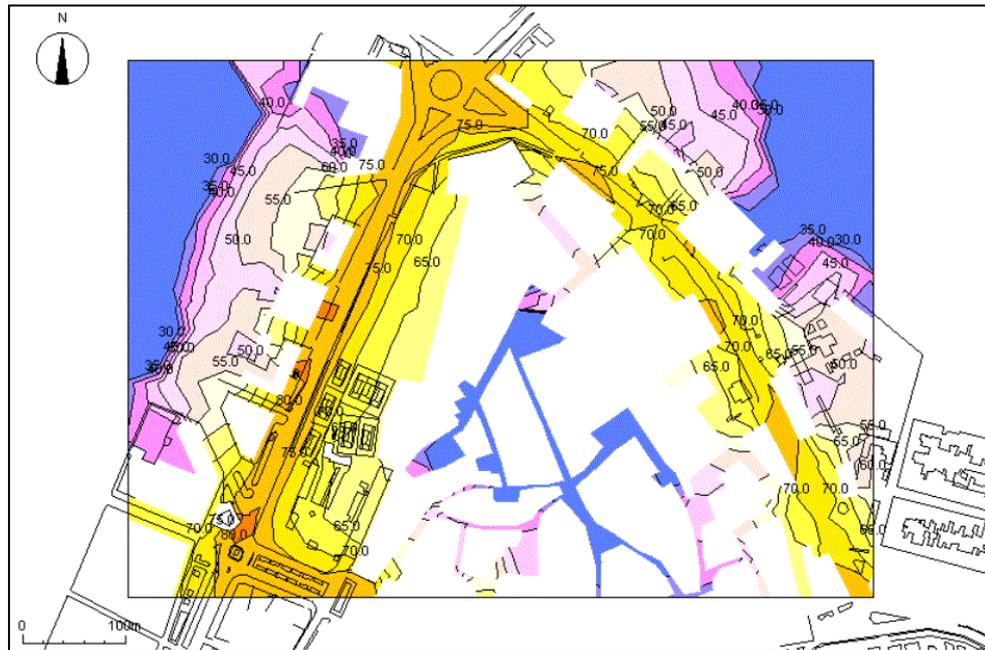


Fig. 18 esempio di elaborazione delle mappe di rumore

Il confronto fra la zonizzazione e la mappatura fornisce la mappa delle aree acusticamente inquinate.

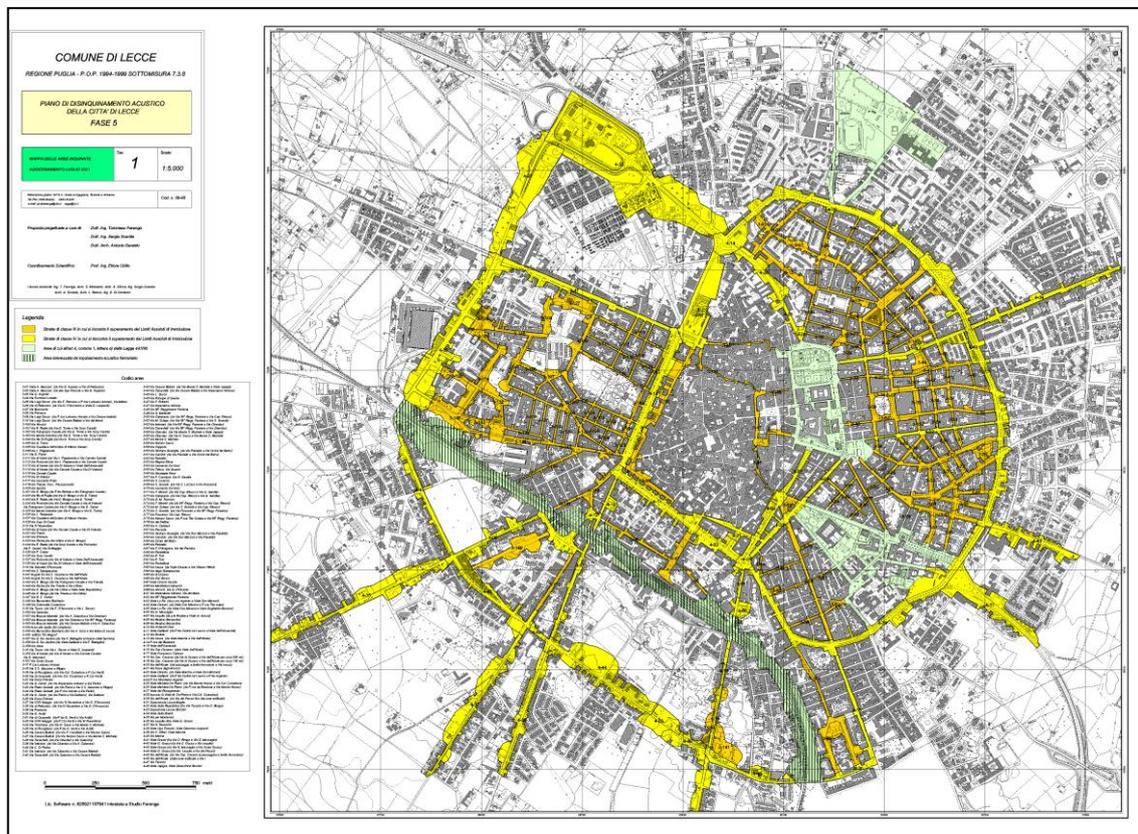


Fig. 19 mappa finale delle aree inquinate

6) Definizione degli criteri di priorità e degli interventi possibili: Il piano di risanamento

Il piano di risanamento è stato redatto, come previsto dall'art.7 della legge 447/95 per le "zone da risanare", individuate, ai sensi dell'art.6 comma 1 lettera a) della citata legge 447/95, e per tutte quelle aree urbanizzate, nelle quali, al momento della classificazione acustica del territorio comunale (I Fase), non è stato possibile rispettare a causa delle preesistenti destinazioni d'uso il divieto di contatto diretto pur trovandosi in presenza di una differenza superiore ai 5 dB tra i valori di pressione sonora ponderata in scala "A" caratterizzanti ciascuna area, come stabilito dall'art.4 comma 1 lettera a) della citata legge 447/95.

Il piano di risanamento acustico della città di Lecce contiene:

- 1) l'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare;
- 2) l'individuazione dei soggetti cui compete l'intervento;
- 3) l'indicazione: a) delle priorità; b) delle modalità; c) dei tempi di intervento;
- 4) la stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari;
- 5) le eventuali misure cautelari a carattere di urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

La sorgente principale di rumore, non diversamente da quanto accade in altre città, è il traffico causato dalla crescente mobilità delle persone e delle merci riconducibile all'esercizio dei servizi pubblici di trasporto su gomma e rotaia, dei servizi privati di trasporto su gomma e ai mezzi di trasporto privati.

Per gli interventi di risanamento viene stabilito un ordine di priorità oggettivo, da applicare alle aree inquinate, sulla base del valore numerico assunto dall'indice di priorità P, definito dalla seguente relazione:

$$P = \sum_{A_i} R_i (L_i - L_i^*)$$

dove:

- la somma \sum_{A_i} va estesa all'insieme di tutte le aree A_i in cui si può ritenere suddivisa l'area A da risanare;
- R_i è un coefficiente moltiplicativo, il cui valore per gli ospedali, case di cura e di riposo è dato dal numero di posti letto moltiplicato per 4, per le scuole è dato dal numero degli alunni moltiplicato per 3, e per gli altri ricettori è dato dal prodotto dell'area di A_i per l'indice demografico statistico più aggiornato;

- L_i è il valore, approssimato all'unità, del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" determinato nell'area A_i ;
- L_i^* è il valore limite per l'area A_i riveniente dalla classificazione acustica del territorio;
- $(L_i - L_i^*) = 0$ se si verifica che $(L_i - L_i^*) < 0$.

A parità di indice di intervento P, verrà privilegiato l'intervento che consegue il valore maggiore della somma $\sum_{A_i} (L_i - L_i^*)$, dove per il significato dei simboli ci si riporta a quanto detto prima.

Gli interventi previsti per il contenimento delle emissioni sonore sono di seguito riportati:

- *Modifiche al flusso del traffico*
- *Pianificazione urbana e territoriale*
- *Pianificazione generale della rete stradale*
- *Regolazione del traffico*
- *Schermature*
- *Pavimentazione delle strade con asfalti drenanti e fonoassorbenti*
- *Pianificazione urbana e territoriale secondaria*

6.1) Individuazione delle Priorità

In questa fase sono state realizzate le indicazioni espresse con la fase precedente attraverso una serie di elaborati grafici che, attraverso un cammino logico, consentono di giungere all'individuazione delle priorità d'intervento da adoperare per la bonifica acustica.

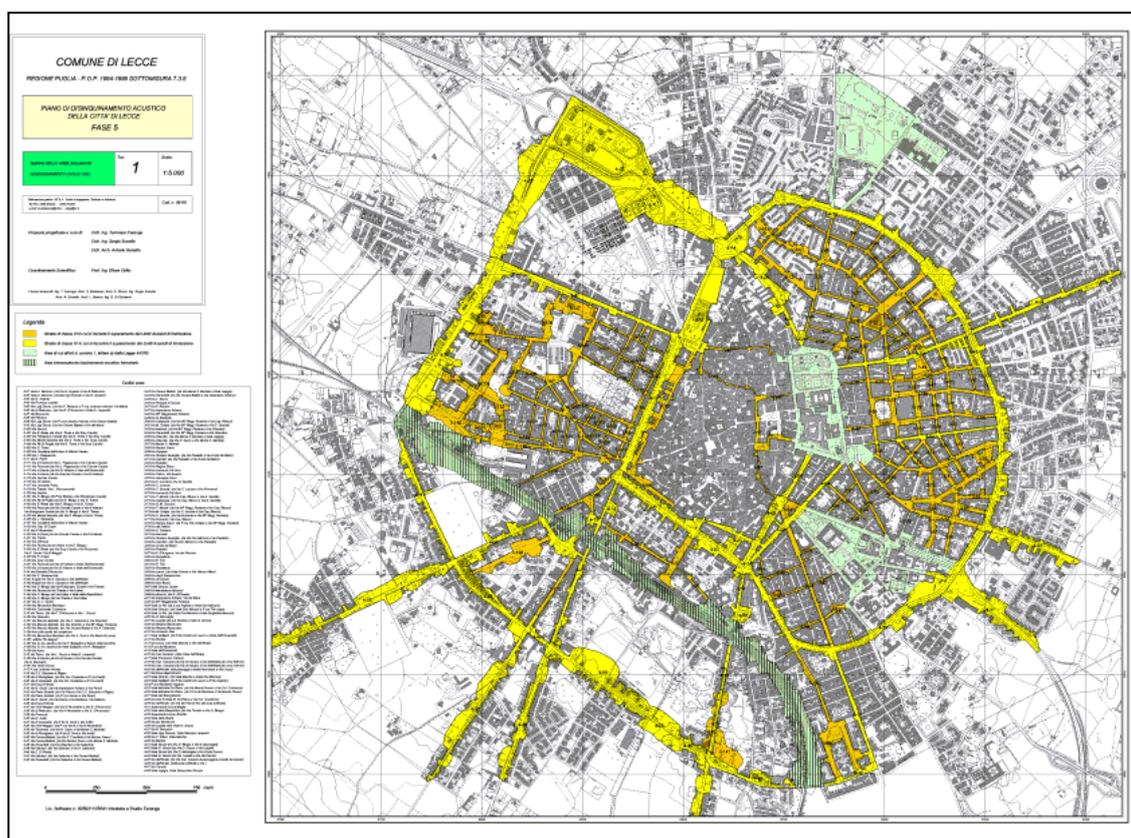


Fig.20 – Tavola n. 1 Individuazione delle aree inquinate

La tavola fornisce per la zona urbana l'indicazione delle aree per le quali si riscontra il superamento dei valori più elevati del limite assoluto di immissione, fissati in sede di classificazione acustica del territorio.

Con diversa colorazione, giallo per le aree influenzate da strade di classe IV e marrone chiaro per quelle influenzate dalle strade di classe III, sono state individuate le zone acusticamente inquinate così come risultanti dalle elaborazioni eseguite nella fase II e nella fase III, oltre ovviamente alle estensioni della fase V. Le macro-aree, così individuate, sono state poi suddivise in zone di interesse più piccole, attraverso criteri di omogeneità del rumorosità o di densità abitativa, alle quali è stato attribuito un codice numerico identificativo e associata la localizzazione toponomastica, così come riportato nella seguente Tabella1:

Sono state altresì riportate in colore verde le aree da sottoporre a disinquinamento ai sensi art. 4, comma 1, lettera a) della Legge 447/95, ovvero la zona del parco pubblico comunale, l'area del vecchio presidio ospedaliero V. Fazzi e l'area destinata ad attività sportive e ricreative del CONI. Per tali zone non si è proceduto alla verifica del grado di priorità considerando le strade che le interessano, in quanto ai sensi della Legge 447/95, a queste aree vanno applicati sicuramente i programmi di risanamento. Va subito fatto notare che a queste aree, con le rispettive strade che le influenzano acusticamente, è stato attribuito un alto grado di priorità nel piano disinquinamento acustico senza calcolare alcun indicatore, ma semplicemente considerando la particolare attenzione a loro riservata dal legislatore.

Nella tavola 1 sono riportate anche le aree interessate dal rumore ferroviario, per le quali il Comune di Lecce dovrà invitare le Società Trenitalia delle Ferrovie dello Stato e le Ferrovie del Sud-Est, in quanto gestori delle ferrovie per le tratte comprese nel territorio Comunale, ad adempiere agli obblighi rivenienti dall'art. 2 del D.M. 29/11/2000.

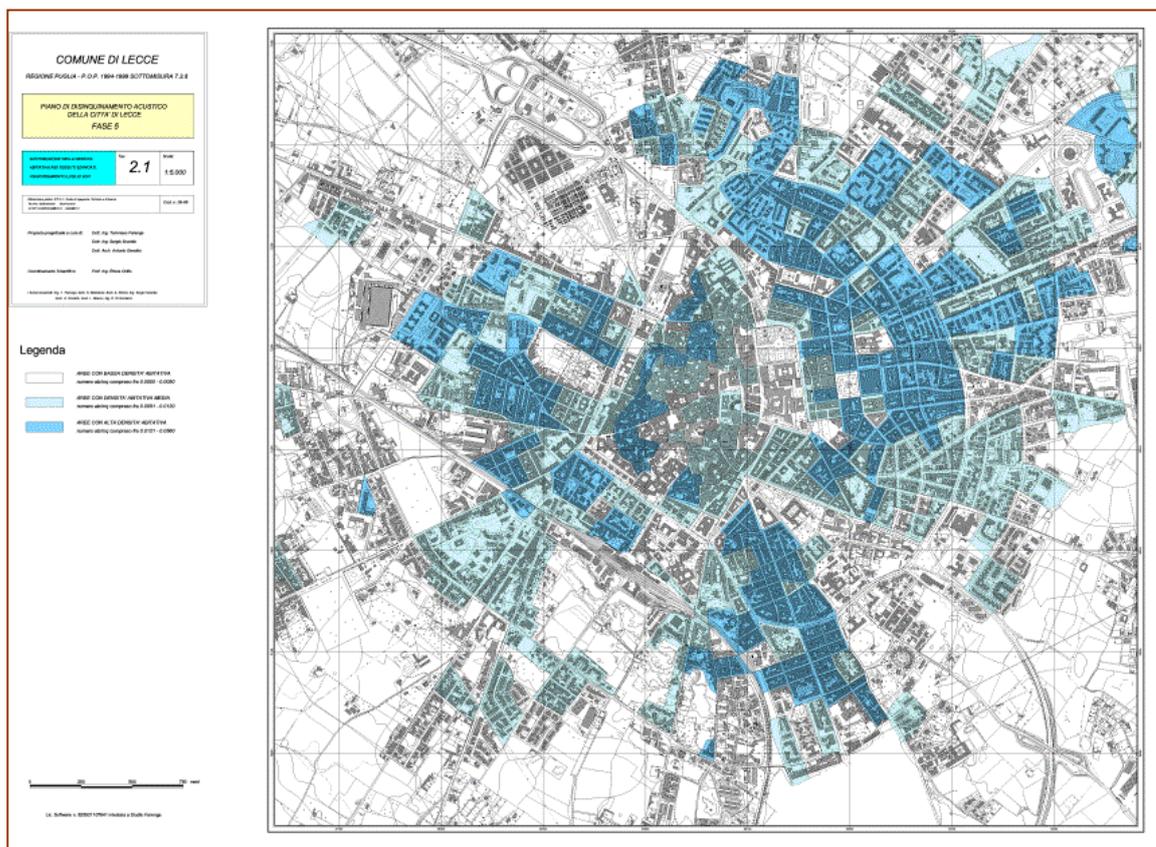


Fig. 21 – Tavola 2.1 Densità abitative

Nella Tavola 2.1, con riferimento alle zone censuarie ed al tessuto edificato, sono riportate le densità abitative distinte in base all'intensità del colore in:

- ❑ Area con bassa densità abitativa - (numero di abitanti al m² compreso fra 0 e 0.0050)
- ❑ Area con densità abitativa media - (numero di abitanti al m² compreso fra 0.0051 e 0.012)
- ❑ Area con alta densità abitativa - (numero di abitanti al m² compreso fra 0.012 e 0.056)

Nella individuazione delle classi si è adoperato il criterio del 33° e 66° percentile della popolazione dei dati disponibili.

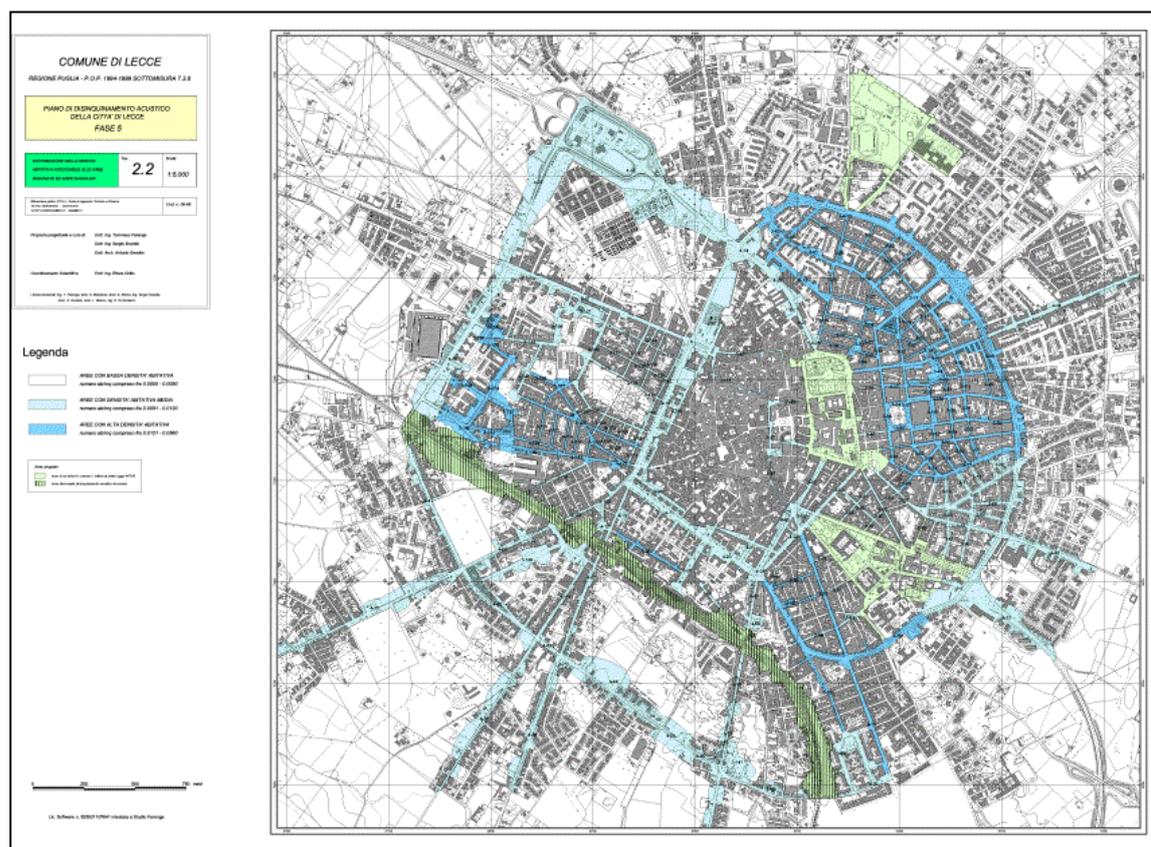


Fig. 22 – tav. 2.2 Densità abitative associabili alle aree inquinate

In questa tavola sono riportate, distinte con diversa intensità di colore azzurro, le aree indicate nella tavola 1, ad ognuna delle quali è associata la densità abitativa, che si ricava mediando i valori delle densità abitative delle zone censuarie prospicienti i singoli tratti individuati. I valori così calcolati sono riportati nella seguente tabella 3.

Sono altresì riportate in colore verde le aree da sottoporre a disinquinamento ai sensi art. 4, comma 1, lettera a) della Legge 447/95 così come riportate anche nelle tavole precedenti e le aree sottoposte ad inquinamento acustico ferroviario.

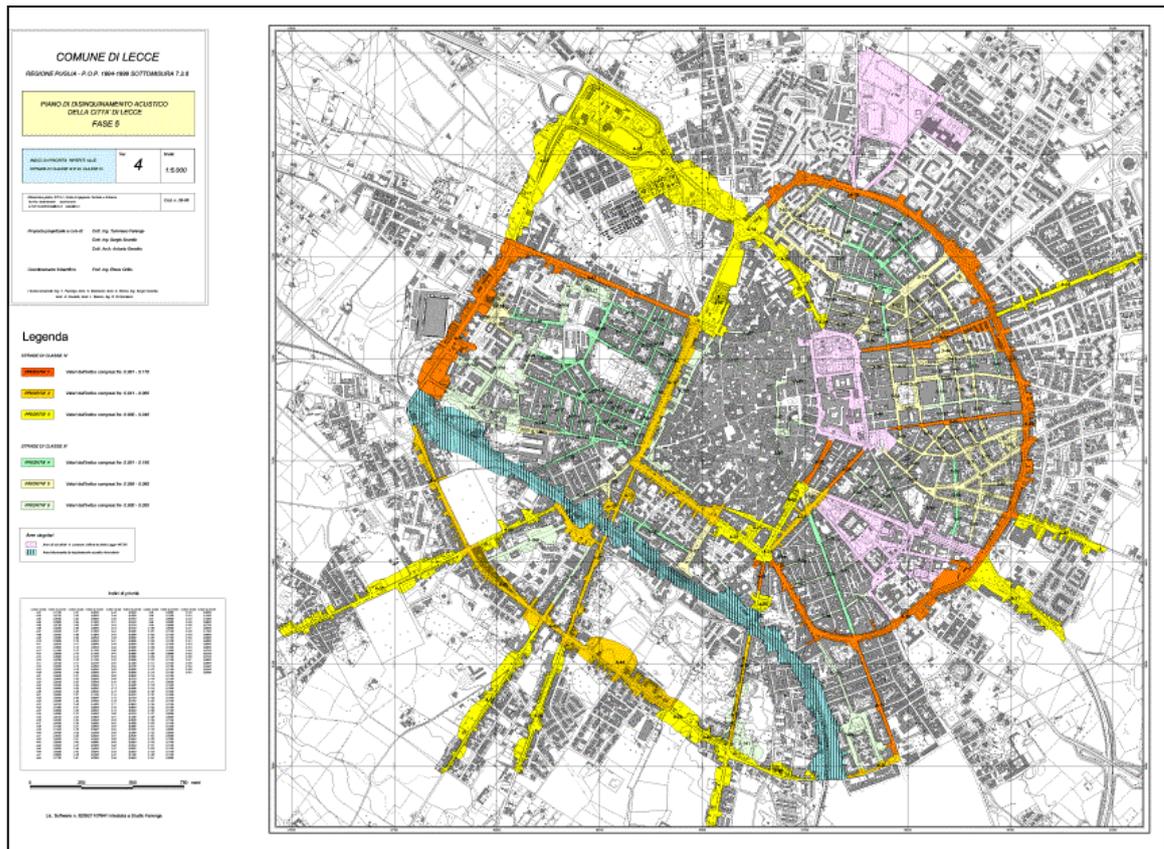


Fig.24 – Tav. 4 indici di priorità

Nella tavola 4 sono riportati le aree della città di Lecce da sottoporre ad interventi di risanamento acustico, diversamente colorate in funzione del loro ordine di priorità.

Il grado di priorità è stato stabilito innanzitutto mantenendo la distinzione delle aree in base alla classe delle strade che le interessano: classe IV e classe III.

Per ognuna delle due grandi categorie individuate è stato calcolato l'indice di priorità seguendo il criterio descritto nel piano di risanamento. I valori così calcolati sono stati raggruppati distintamente per le aree interessate dalle strade di classe III e quelle di classe IV in tre classi utilizzando il 33° ed il 66° percentile della popolazione dei valori ottenuti

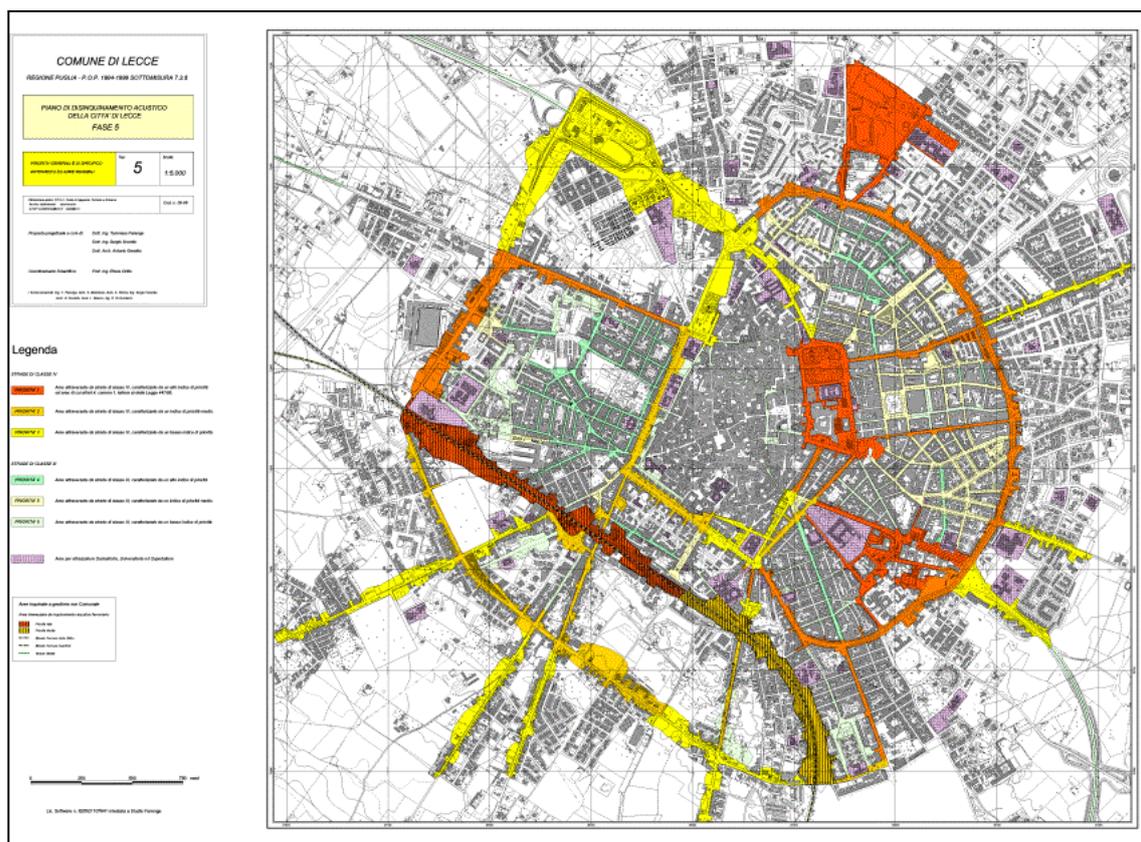


Fig.25 – Tav.5 Priorità generali

Nella tavola 5 viene riportata l'indicazione sulla di priorità per gli interventi di bonifica relativi alle aree riconosciute attualmente acusticamente inquinate.

Anche in questa tavola viene mantenuta la distinzione fra strade di classe III e strade di classe IV, se pur attenuata dall'utilizzo di sei livelli di priorità applicati su entrambe le categorie di strade.

Un grado di priorità è anche assegnato alle aree di cui all'art. 4, comma1, lettera a della Legge 447/95 precedentemente introdotte, ed altresì alle aree soggette a rumore ferroviario se pur non di competenza Comunale.

Nella tavola vengono segnalati anche alcuni ricettori ritenuti particolarmente sensibili quali aree per attrezzature Scolastiche, Universitarie ed Ospedaliere, per le quali tuttavia non si introduce alcun criterio di influenza sul grado di priorità dell'area su cui insistono.

7) Conclusioni.

E' opportuno ricordare che il Comune deve recepire le indicazioni del piano di risanamento, nonché delle priorità come sopra definite, e procedere alla parte più importante, prettamente amministrativa, relativa alle scelte degli interventi.

In tale fase devono particolarmente coinvolgersi gli Uffici Comunali e le forze politiche ed economiche della città, nella precisa consapevolezza che un programma di riqualificazione ambientale passa prioritariamente attraverso il coinvolgimento di tutti i soggetti che agiscono sul territorio.