

REPUBBLICA ITALIANA
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA



DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

***Piano Poliennale di Risanamento
Acustico del Comune di Parma***

Relazione sullo stato di avanzamento

Dopo 6 mesi dall'approvazione della nuova Zonizzazione Acustica

0.1 - Introduzione

Il presente documento riporta i risultati conseguiti nel corso del 2005 e dei primi mesi del 2006, a seguito dell'approvazione definitiva della nuova Zonizzazione Acustica del Comune di Parma.

In particolare, vengono illustrati sinteticamente i risultati conseguiti nel corso di tre principali settori di attività:

- monitoraggio delle strutture scolastiche del Comune di Parma
- monitoraggio dei recettori sensibili (strutture sanitarie ed assistenziali) del Comune di Parma.
- effettuazione di monitoraggi del rumore da traffico stradale presso recettori posti a breve distanza dalle tangenziali, a seguito di esposti presentati dai cittadini, e pianificazione degli interventi di mitigazione antirumore

Nei successivi capitoli vengono quindi presentati i risultati complessivi delle attività suddette. Maggior dettaglio su di esse può essere ottenuto consultando i documenti riportati in allegato:

- Allegato A – schede di rilievo delle strutture scolastiche
- Allegato B – schede di rilievo delle strutture sanitarie – assistenziali
- Allegato C – schede di rilievo delle strutture dell'Ospedale Maggiore di Parma
- Allegato D – monitoraggi rumore stradale
- Allegato E – un esempio di progettazione al computer di schermature antirumore stradali
- Allegato F – modulistica per la presentazione semplificata dei piani di Risanamento Acustico da parte della attività produttive.

Non vengono invece qui riportati in allegato tutti i documenti predisposti per l'approvazione definitiva della Zonizzazione Acustica del Comune di Parma, che erano ovviamente stati trasmessi al Comune per tempo, pur costituendo parte delle attività previste dalla vigente Convenzione, e di cui il presente documento costituisce lo Stato di Avanzamento semestrale previsto dal relativo programma tecnico delle attività.

Tali documenti sono comunque già disponibili sul sito internet del Comune di Parma:

<http://www.comune.parma.it/pls/portal/docs/1/19430.PDF>

<http://www.servizi.comune.parma.it/zac/>

CAPITOLO PRIMO

IL MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI**1.1 - Premessa**

Il presente capitolo tratta del monitoraggio acustico degli edifici scolastici di ogni ordine e grado del Comune di Parma: inizialmente è stata operata l'analisi degli edifici attualmente di proprietà del Comune di Parma, e per i quali quindi l'eventuale risanamento acustico ricade interamente a carico del Comune stesso.

Nella seconda parte di questo capitolo vengono invece presentati i risultati dell'analisi di tutti gli altri edifici scolastici, di proprietà demaniale o privata, il cui risanamento acustico spetta in primis all'ente proprietario, e solo sussidiariamente al Comune di Parma, nel caso si verifichi l'esistenza di entrambe le seguenti condizioni:

- Il superamento dei limiti di rumorosità è causato primariamente da traffico stradale su infrastrutture viarie comunali
- La classificazione acustica del territorio comunale presenta un "salto di classe" fra la classe I assegnata all'edificio scolastico e le classi acustiche confinanti, che risultano maggiori della classe II.

Vengono dunque anzitutto presentati i risultati del monitoraggio degli edifici di proprietà del Comune, condotto nell'ambito della tesi di laurea di Luca Pasini nell'anno 2004, e già oggetto di rapporto parziale alla fine dell'anno 2004 stesso.

Segue quindi la presentazione dei risultati del monitoraggio degli altri edifici scolastici, condotta durante il periodo di attività della borsista Cristina Priori (giugno 2005-gennaio 2006), che costituisce materiale sinora ancora non trasmesso al Comune di Parma.

1.2 - Finalità

Il monitoraggio è stato condotto al fine di valutare la congruità con i limiti di rumorosità ambientale relativamente ai suddetti edifici sensibili in classe acustica 1; in caso di superamento dei limiti a causa del rumore da traffico stradale di arterie comunali, il Comune dovrà intervenire attraverso il Piano di Risanamento. Altra finalità è quindi determinare la priorità degli interventi spettanti al Comune attraverso la definizione e la determinazione dell'Indice di Priorità.

1.3 - La procedura di rilevamento

La procedura di rilevamento per ogni struttura consta fondamentalmente di due tipologie di misurazioni distinte ma contemporanee:

- 1. Misurazione del rumore ambiente all'esterno dell'istituto scolastico**

Si è provveduto a posizionare un microfono (collegato ad un fonometro) all'esterno dell'edificio scolastico, in corrispondenza delle aule che, presumibilmente, erano più soggette ad inquinamento acustico; si è quindi eseguita una misura estesa a tutto il periodo diurno per acquisire dati sul rumore ambiente durante l'intervallo temporale di utilizzo dei locali.

2. Misurazione del rumore ambiente all'interno dell'istituto scolastico

Questa misura era mirata alla definizione del livello di rumore all'interno delle aule presumibilmente più esposte al rumore generato da sorgenti esterne alla scuola (le stesse responsabili del rumore ambiente). La misura è stata eseguita posizionando il fonometro all'interno di un'aula adiacente alla postazione microfonica esterna, utilizzata per le misure precedentemente descritte, in un periodo al di fuori delle ore di insegnamento, senza la presenza di alunni o di altre attività all'interno dell'edificio, al fine di minimizzare l'effetto sul clima acustico di sorgenti sonore interne alla scuola.

1.4 - Elaborazione dei dati acquisiti

Al fine di determinare i livelli di rumore interni alle aule maggiormente soggette ad inquinamento acustico estesi all'intero periodo diurno e calcolare gli indici di priorità per eventuali interventi di bonifica, si è proceduto all'analisi dei dati acquisiti nel corso delle rilevazioni come segue:

$$L_{Aeq-int-16h} = L_{Aeq-16h} + C.S. - D \quad (1)$$

Dove:

- ↳ $L_{Aeq-int-16h}$: livello sonoro ponderato A all'interno dell'aula, calcolato sulle 16 ore diurne.
- ↳ $L_{Aeq-16h}$: livello sonoro ponderato A all'esterno dell'aula, nel punto verosimilmente più rumoroso e misurato sulle 16 ore diurne.
- ↳ **C.S.**: Correzione Spaziale, definito come $C.S. = L_{Aeq-A} - L_{Aeq}$
- ↳ **D**: Isolamento di facciata, definito come $D = L_{Aeq-A} - L_{Aeq-B}$

Nella definizione di C.S. e D compaiono dei termini che ora andiamo a definire:

- ↳ L_{Aeq} : Livello sonoro ponderato A all'esterno dell'aula, nel punto verosimilmente più esposto ad inquinamento acustico.
- ↳ L_{Aeq-A} : Livello sonoro ponderato A all'esterno dell'aula
- ↳ L_{Aeq-B} : Livello sonoro ponderato A all'interno dell'aula

I tre livelli sopra descritti sono ottenuti contemporaneamente e su brevi periodi di misura, generalmente 10-15 minuti.

1.4 - Calcolo degli indici di priorità

Il calcolo degli indici di priorità viene eseguito secondo le disposizioni del Decreto del Ministero dell' Ambiente del 29-11-2000, utilizzando la formula:

$$P = \sum R_i(L_i - L^*_i) \quad (2)$$

Dove:

☞ **P**: indice di priorità.

☞ **R_i**: nel caso di edifici scolastici, è definito come il numero degli alunni moltiplicato per un coefficiente 3.

☞ **L_i**: livello sonoro ponderato A registrato all'interno dell'area A_i.

☞ **L^{*}_i**: valore limite di immissione definito per l'area A_i.

1.4.1 Calcolo dell'Indice di Priorità Interno

Attribuendo ai vari termini della formula (2) i valori inerenti al nostro ambito di studio ed utilizzando i limiti di immissione imposti per gli edifici scolastici dall'art. 6, comma 2, lettera c) del D.P.R. n° 142 del 30-03-2004, (45 dB A per il periodo diurno, misurati al centro della stanza, a 1,5 m di altezza dal pavimento e con finestre chiuse) si ottiene:

$$P_{int} = 3(n^{\circ} \text{ alunni})(L_{Aeq-int-16h} - 45) \quad (2.1)$$

Dopo aver condotto una prima analisi secondo le indicazioni fornite dal legislatore, si è voluto eseguire un'altra valutazione considerando un ulteriore parametro per la definizione delle priorità degli interventi di bonifica.

Si è così deciso di introdurre nell'algoritmo di calcolo degli indici di priorità anche lo stato di conservazione dei serramenti.

Questa scelta è sembrata opportuna in quanto, nel corso dei sopralluoghi per lo svolgimento delle misure, si è potuto verificare che in diversi edifici i serramenti presentano carenze a volte anche pesanti, come l'assenza di vetri di adeguato spessore o una insufficiente tenuta di chiusura.

Si è quindi definito un termine, nominato "Massimo Livello Correttivo", di seguito definito "MLC" (livello in dB A), da sommare algebricamente al $L_{Aeq-int-16h}$ dopo un'opportuna pesatura eseguita secondo una scala di valutazione del serramento e del suo stato di conservazione, composta da cinque livelli di giudizio.

Riassumendo quando sopra descritto:

Massimo Livello Correttivo (MLC): 5 dB			
Scala di valutazione del serramento e del suo stato di conservazione			
Livello di Giudizio	Percentuale di pesatura del MLC	Valore da sommare al $L_{Aeq-int-16h}$	$L^*_{Aeq-int-16h}$
Pessime	1.00	5.00	$L_{Aeq-int-16h} + 5.00$
Scarse	0.80	4.00	$L_{Aeq-int-16h} + 4.00$
Insufficienti	0.25	1.25	$L_{Aeq-int-16h} + 1.25$
Sufficienti	0.00	0.00	$L_{Aeq-int-16h}$
Buone	-0.80	-4.00	$L_{Aeq-int-16h} - 4.00$
Ottime	-1.00	-5.00	$L_{Aeq-int-16h} - 5.00$

La formula (2.1), pur conservando intatta la struttura di base, diventa:

$$P_{int}^* = 3(n^{\circ} \text{ alunni})(L^*_{Aeq-int-16h} - 45) \quad (2.2)$$

Dove:

☞ P_{int}^* : indice di priorità per interventi finalizzati alla mitigazione dell'inquinamento acustico interno all'edificio, corretto in funzione della tipologia di serramento installata e delle condizioni di conservazione.

☞ $L^*_{Aeq-int-16h}$: livello sonoro ponderato A all'interno dell'aula, calcolato sulle 16 ore diurne, corretto in funzione della tipologia di serramento installata e delle condizioni di conservazione.

1.4.2 Calcolo dell'Indice di Priorità Esterno

Al fine di garantire la tutela degli alunni durante tutto il periodo di permanenza nella struttura scolastica, analogamente a quanto fatto per le aule didattiche con l'indice di priorità interno, si è proceduto al calcolo di un indice di priorità esterno per valutare la necessità di mitigare l'inquinamento acustico nelle aree cortilizie a cui hanno accesso gli scolari per lo svolgimento di attività didattiche o ludiche.

Utilizzando ancora la formula (2), ma introducendo $L_{Aeq-16h}$ e il limite di immissione diurno per le aree classificate in classe 1, cioè 50 dB A, secondo quanto indicato nella tabella C del D.P.C.M. del 14-11-1997, si ottiene

$$P_{est} = 3(n^{\circ} \text{ alunni})(L_{Aeq-16h} - 50) \quad (2.3)$$

Dove:

- ☞ P_{est} : indice di priorità per interventi finalizzati alla mitigazione dell'inquinamento acustico nelle aree esterne della struttura scolastica adibite ad attività didattiche e ludiche.
- ☞ $L_{Aeq-16h}$: livello sonoro ponderato A all'esterno dell'aula, nel punto verosimilmente più rumoroso e misurato sulle 16 ore diurne.

Va comunque tenuto in considerazione che in alcuni casi le aree cortilizie destinate agli studenti non sono coincidenti con le aree nelle quali è stato calcolato il $L_{Aeq-16h}$.

Come enunciato precedentemente, la valutazione del livello esterno è stata condotta in corrispondenza del punto della struttura scolastica maggiormente esposto al rumore, mentre in diversi istituti le aree cortilizie destinate agli studenti sono ricavate in spazi collocati lontano dalle strade che circondano la scuola o in cortili interni.

1.5 Risultati

Comunque, vengono qui riepilogati i risultati delle due campagne di monitoraggio eseguite, relative la prima agli edifici scolastici di proprietà del Comune di Parma, e la seconda a tutti gli altri edifici scolastici.

I risultati di tutti i rilevamenti eseguiti sono dettagliatamente riportati nelle schede di rilevamento contenute nell'allegato "A" al presente documento, suddivisi nei sotto-allegati A1 ed A2.

1.5.1 Riepilogo risultati per edifici scolastici di proprietà del Comune di Parma

Di seguito riportiamo tre tabelle riepilogative dei risultati.

Nella tabella T.1 sono riportati i risultati relativi alle scuole per le quali si è proceduto all'analisi del clima acustico e al successivo calcolo degli indici di priorità interni per gli eventuali interventi di bonifica.

Nella tabella T.2 sono riportati i risultati relativi alle scuole per le quali, in fase di sopralluogo, si è deciso di non procedere con l'indagine fonometrica.

TABELLA T.1 – CALCOLO DEGLI INDICI DI PRIORITA' INTERNI P_{int}^*

N.	Denominazione	Grado	Indirizzo	Località	N° Scheda	$L_{Aeq-int-16h}$	Condizione serramenti	$L^*_{Aeq-int-16h}$	N° Aluni iscritti A.A. 2004/05	Indice di priorità P_{int}^*
1	Don Dilani	Elementare	via Montebello, 18/a	Parma	24	46.5	pessime	51.5	439	9219
2	Salimbene	Media	b.go Felino, 12	Parma	17	46.0	pessime	51.0	407	7326
3	Sanvitale	Elementare	p.le Santafiora, 9	Parma	34	46.0	pessime	51.0	300	5400
4	Racagni	Elementare	via Bocchi, 33	Parma	12	43.0	pessime	48.0	290	2610
5	San Leonardo	Elementare + media	via Milano, 14/b	Parma	14	47.4	sufficienti	47.4	409 (220+189)	2454
6	Micheli	Elementare + materna	via Micheli, 16/a	Parma	13	42.8	pessime	47.8	207 (179+28)	1863
7	Newton	Media	via Newton, 16/b	Parma	9	41.1	pessime	46.1	393	1179
8	Corridoni	Elementare	via Montesanto, 1	Parma	18	42.8	scarse	46.8	194	1164
9	Alberelli	Elementare	via Newton, 16/a	Parma	8	41.1	pessime	46.1	377	1131
10	Pezzani	Elementare	via Puccini, 23	Parma	25	42.3	scarse	46.3	356	1068
11	Porporano	Elementare	strada Bassa dei Folli, 142	Mariano	30	44.9	insufficienti	46.2	107	321
12	Adorni	Elementare	via Paciaudi, 1	Parma	15	43.1	buone	39.1	159	0
13	Carignano	Elementare	strada Cava di Vigatto, 165	Carignano	23	40.7	buone	36.7	76	0
14	Cocconi	Elementare	strada del Quartiere, 1/a	Parma	19	39.8	scarse	43.8	137	0
15	Corazza	Elementare	via F.lli Bandiera, 4/a	Parma	20	38.4	insufficienti	39.7	566	0
16	Einaudi	Elementare	via Cuneo, 3/b	Parma	4	36.0	ottime	31.0	515	0
17	Fognano	Elementare	via Divisione Aqui, 1	Fognano	28	35.1	ottime	30.1	110	0
18	Martiri di Cefalonia	Elementare	via Pellicelli, 16	Parma	6	39.9	scarse	43.9	192	0
19	Rodari	Elementare	via Ognibene, 25/a	Parma	7	40.7	ottime	35.7	237	0
20	San Prospero	Elementare	via P. Bianchi, 1	San Prospero	29	38.6	ottime	33.6	84	0
21	Baganzola	Materna	strada Molino di Baganzola, 1	Baganzola	31	40.7	ottime	35.7	93	0
22	Beneceto	Materna	str. Principale di Beneceto, 36	Beneceto	26	44.2	ottime	39.2	51	0
23	Corcagnano	Materna	via Mora, 4/a	Corcagnano	22	36.7	ottime	31.7	56	0
24	San Paolo	Materna	via Paciaudi, 1	Parma	35	43.1	buone	39.1	51	0
25	Vigolante	Materna	via Roma, 6	Vigolante	21	35.6	ottime	30.6	88	0
26	Baganzola	Media	via Cornacchia, 5/a	Baganzola	33	33.7	buone	29.7	116	0
27	Ferrari	Media	via G. Galilei, 10	Parma	16	40.6	sufficienti	40.6	405	0
28	Toscanini	Media	via Cuneo, 3/b	Parma	5	41.6	ottime	36.6	360	0

TABELLA T.2

Denominazione	Grado	Indirizzo	Località	N° Relaz.	Condizione serramenti	Cortile interno e/o protetto	N° Alunni iscritti A.A. 2004/05	Note
Ravadese	Elementare + materna	strada Burla, 282/a	Ravadese					Chiusa
Bottego	Elementare	via San Bruno, 6	Parma					In fase di chiusura
Corcagnano	Elementare	vicolo Soragna, 3	Corcagnano					In fase di chiusura
D'Acquisto	Media	via Raimondi, 8	Parma					In fase di chiusura
Verdi	Media	piazza del Municipio, 1	Corcagnano					In fase di chiusura
Vigatto	Elementare	strada Ritorta, 50	Vigatto	32	Buone	no	95	No sorgenti sonore
Anna Frank	Elementare	via Pini, 16/a	Parma	10	Sufficienti	protetto	245	No sorgenti sonore
Vicofertile	Elementare	via Martiri di Liberazione, 99	Vicofertile	11	Ottime	no	98	No sorgenti sonore
Via Pini	Materna	via Pini, 16/a	Parma	36	Sufficienti	protetto	99	No sorgenti sonore
Zanguidi	Materna	via Torrente Pessola, 4	Parma	27	pessime	protetto	112	No sorgenti sonore
Mariano	Materna	via Casaburi, 8	Parma		Ottime	no		Trasf. in nuova sede il 17-01-05; no sorg. sonore
Baganzola	Elementare	str. Chiesa di Baganzola, 20/a	Baganzola		Ottime	protetto	86	Trasf. in nuova sede nel sett. '03; no sorg. sonore

1.5.2 Riepilogo risultati per edifici scolastici non di proprietà del Comune di Parma

La seguente tabella riepiloga in modo semplificato le risultanze della valutazione degli edifici scolastici che **non** sono proprietà del Comune di Parma.

Scheda N°	DENOMINAZIONE	Indirizzo	Interv.	Data	Risultato
1	Istituto Tecnico ITIS/IPSIA	Via Toscana 10	misura	08/06/04	Supera
2	Liceo Classico "Romagnosi"	Viale Maria Luigia 3	misura	27/07/04	Supera
3	Liceo Scientifico "Uliv"	Viale Maria Luigia 5	misura	29/07/04	Supera
37	Convitto Nazionale "Maria Luigia"	Borgo Lalatta 14	soprall.	05/09/05	no rumore
38	Istituto Tecnico Commerciale "G.B. Bodoni"	Viale Piacenza 14	misura	13/09/05	sotto 45 dB
38	Istituto Tecnico Agrario "F. Bocchialini"	Viale Piacenza 12	misura	13/09/05	sotto 45 dB
34b	Media "Sanvitale" (Succursale Parmigianino)	Piazzale Santafiora 9	misura	15/09/05	sotto 45 dB
39	Elementare E Media "Laura Sanvitale"	Viale Solferino 25	misura	16/09/05	sotto 45 dB
40	Nido, Materna Ed Elementare "Munari"	Borgo Tanzi 9	soprall.	20/09/05	no rumore
41	Istituto Tecnico Per Geometri "C. Rondani"	Viale Maria Luigia 7	misura	22/09/05	sotto 45 dB
42	Istituto "San Benedetto"	Piazzale San Benedetto 5	misura	27/09/05	sotto 45 dB
43	Istituto Per Il Commercio "P. Giordani"	Via Lazio 3 - Via Abruzzi 3/A	misura	12/10/05	sotto 45 dB
44	Elementare E Media "De La Salle"	Vicolo Scutellari 4	misura	17/10/05	Supera
45	Liceo Statale D'arte "P. Toschi"	Viale Toschi 1	misura	18/10/05	Supera
46	Media "Don Cavalli"	Piazzale Volta 3	misura	24/10/05	sotto 45 dB
47	Media "Corini" (Succursale Don Cavalli)	Via Puccini 23	misura	25/10/05	sotto 45 dB
48	Istituto Casa Famiglia "A. Chieppi"	Via Cocconcilli 10	misura	03/11/05	Supera
49	Liceo "G. Marconi"	Viale della Costituente 2	misura	08/11/05	Supera
50	Istituto Magistrale "Albertina Sanvitale"	Piazzale San Sepolcro 3	misura	10/11/05	Supera
51	Scuola Infanzia "Alice" (Ex Montebello)	Viale G. Rustici 44/A	soprall.	14/11/05	no rumore
52	Scuola Infanzia "L'aquilone"	Via P. M. Paciaudi 1	misura	15/11/05	sotto 45 dB
53	Scuola Infanzia "La Coccinella"	Via N. Pelicelli 16	soprall.	17/11/05	no rumore
54	Scuola Infanzia "Archimede" (Ex C. del Popolo)	Via San Leonardo 34/A	misura	21/11/05	sotto 45 dB
55	Scuola Infanzia "La Locomotiva" (Ex Montan.)	Via M. Malvisi 1/A	soprall.	22/11/05	no rumore
56	Scuola Infanzia "L'albero Parlante"	Strada Montanara 562/A	soprall.	28/11/05	no rumore
57	Scuola Infanzia "Primavera"	Via Ghandi 16/A	misura	01/12/05	sotto 45 dB
58	Scuola Infanzia "Il Giardino Magico" (Ex Aporti)	Borgo del Correggio 15/A	soprall.	05/12/05	no rumore
59	Scuola Infanzia "Arlecchino" (Ex Bocchi)	Via R. G. Orzi 10	soprall.	06/12/05	no rumore
60	Scuola Infanzia "La Tartaruga"	Via Newton 16/A	soprall.	12/12/05	no rumore
61	Scuola Infanzia "La Mongolfiera"	Via della Costituente 13/A	soprall.	13/12/05	no rumore
62	Scuola Infanzia "Abracadabra" (Ex Stirone)	Via Stirone 2/A	soprall.	15/12/05	no rumore
63	Scuola Infanzia e Nido "Millecolori" (Ex Calat.)	Via F.lli Bandiera 2/A/B	soprall.	19/12/05	no rumore
64	Scuola Infanzia "Soleluna" (Ex S. Leonardo)	Via Riguzzi 5/A	soprall.	22/12/05	no rumore
65	Asilo Nido "La Trottola" (Ex Costituente)	Strada Costituente 4/A	misura	29/12/05	sotto 45 dB
66	Scuola Infanzia "Fantasia" (Ex Puccini)	Via Pezzani 2/A	misura	02/01/06	sotto 45 dB
67	Asilo Nido "Bruco Verde" (Ex Cuneo)	Via Cuneo 5/A	misura	03/01/06	sotto 45 dB
68	Asilo Nido "Le Nuvole" (Ex Kennedy)	Vicolo Grossardi 7/A	misura	04/01/06	sotto 45 dB
69	Asilo Nido "Mappamondo" (Ex Aristotele)	Via Aristotele 7/A	misura	05/01/06	sotto 45 dB
70	Asilo Nido "L'acquerello"	Stradello San Girolamo 15/A	misura	09/01/06	sotto 45 dB
71	Asilo Nido "Il Pifferaio Magico"	Via Passo della Cisa 24	soprall.	16/01/06	no rumore
72	Asilo Nido "Scarabocchio"	Via Milano 14/A	misura	20/01/06	sotto 45 dB
73	Asilo Nido "Palloncino Blu" (Ex Rodari)	Via F. Ognibene 25/A	soprall.	23/01/06	no rumore
74	Istituto Tecnico Commerciale "M. Melloni"	Viale Maria Luigia 9/A	misura	24/01/06	sotto 45 dB
75	Asilo Nido "Girotondo" (Ex S. Donato)	Strada S. Donato 72/A	soprall.	31/01/06	no rumore
76	Asilo Nido "Arcobaleno" (Ex Alberi)	Strada Martinella 184/A	soprall.	31/01/06	no rumore

Si può notare che il limite di rumorosità interno di 45 dB(A) diurni risulta superato solo per 8 dei 45 edifici scolastici analizzati. Soltanto per questi 8 si è dunque proceduto al calcolo dell'Indice di Priorità Interno, che viene mostrato nella seguente tabella:

Scheda N°	DENOMINAZIONE	L _{Aeq} int-16h	Condizione serramenti	L* _{Aeq} int-16h	N° Alunni iscritti A.A. 2005/06	Indice di priorità Pint*
1	Istituto Tecnico ITIS/IPSIA	52.4	buone	48.4	1738	17728
2	Liceo Classico "Romagnosi"	49.9	sufficienti	49.9	917	13480
3	Liceo Scientifico "Ulivi"	47.8	sufficienti	47.8	1221	10256
44	Elementare E Media "De La Salle"	47.5	insufficienti	48.75	131	1474
45	Liceo Statale D'arte "P. Toschi"	47.6	sufficienti	47.6	776	6053
48	Istituto Casa Famiglia "A. Chieppi"	47.0	insufficienti	48.25	60	585
49	Liceo "G. Marconi"	46.3	sufficienti	46.3	1345	5245
50	Istituto Magistrale "A. Sanvitale"	45.1	insufficienti	46.35	528	2138

Si osserva che, trattandosi di istituti molto "popolosi", i valori dell'Indice di Priorità possono raggiungere valori molto più grandi di quelli ottenuti nell'analisi degli edifici scolastici di proprietà del Comune di Parma..

Si deve anche osservare che l'intervento decisamente più urgente sarebbe quello sul complesso scolastico ITIS/IPSIA di via Toscana. In questo caso, però, si deve precisare che la primaria fonte di rumorosità NON è costituita dal traffico stradale sulla viabilità comunale: è invece causata dal transito dei treni sulla ferrovia MI-BO.

Spetta dunque a RFI l'onere primario del risanamento acustico di questa scuola. Come già segnalato dal Comune di Parma, però, il Piano di Risanamento Acustico di RFI non prende in considerazione il complesso scolastico di via Toscana come "recettore sensibile" di tipo scolastico, ed assegna pertanto erroneamente un basso Indice di Priorità a questo intervento. Appare pertanto estremamente importante che il Comune di Parma torni a sollecitare RFI per una revisione dell'erronea attribuzione dell'Indice di Priorità a questa area, portando conseguentemente la stessa ai primi posti nella lista di priorità di attuazione degli interventi di mitigazione acustica.

In questo caso, comunque, non è pensabile che RFI intervenga sui serramenti del complesso scolastico, che peraltro sono già buoni: è più probabile invece che vengano installate idonee schermature antirumore sulla sommità del rilevato ferroviario.

Gli altri due interventi decisamente da raccomandare sono quelli relativi alle scuole poste su viale Marialuigia (Romagnosi, Ulivi). In esse alcuni parziali interventi sui serramenti sono stati già messi in opera in alcune aule, con ottimi risultati: tali interventi andrebbero estesi all'intera area di tali edifici scolastici.

CAPITOLO SECONDO

IL MONITORAGGIO DEI RECETTORI SENSIBILI DI TIPO SANITARIO-ASSISTENZIALE

2.1 - Premessa

Il presente capitolo tratta del monitoraggio acustico dei recettori sensibili del comune di Parma, in particolare delle strutture socio-assistenziali (case di cura, case di riposo, case protette, residenze sanitarie-assistenziali,...) e degli ospedali (tranne il Maggiore di cui si occupa il capitolo terzo) classificati dalla ZAC in classe 1 (aree particolarmente protette).

I rilievi di cui al presente capitolo ed al successivo sono stati effettuati nell'ambito della tesi di laurea di Massimo Varini.

2.2 - Finalità

Il monitoraggio è stato condotto al fine di valutare la congruità con i limiti di rumorosità ambientale relativamente ai suddetti edifici sensibili in classe acustica 1; in caso di superamento dei limiti a causa del rumore da traffico stradale di arterie comunali, il Comune dovrà intervenire attraverso il Piano di Risanamento. Altra finalità è quindi determinare la priorità degli interventi spettanti al Comune attraverso la definizione e la determinazione dell'Indice di Priorità.

2.3 - La schedatura tipo

Per ogni struttura (edificio) sensibile monitorata è stata prodotta una schedatura di cui di seguito si illustra il modello generale prima e si riporta un esempio poi; tutte le schedature eseguite sono invece allegate in appendice.

2.3.1 - Dati generali descrittivi

All'inizio di ogni schedatura sono riportati:

- ✓ il nome della struttura;
- ✓ il numero progressivo della misurazione (riferito alle sole misurazioni di tesi);
- ✓ la data in cui è stata eseguita la misurazione;
- ✓ l'indirizzo della struttura;

- ✓ la tipologia di struttura;
- ✓ gli enti gestore e proprietario della struttura;
- ✓ il tipo di ospitalità fornita;
- ✓ la capacità ricettiva;
- ✓ la classe acustica da ZAC.

Nella sezione seguente è descritta la struttura riportandone:

- ✓ posizione;
- ✓ sorgente prevalente di rumore ambientale (in genere una infrastruttura stradale);
- ✓ numero di piani;
- ✓ numero di stanze di degenza;
- ✓ stato di conservazione;
- ✓ eventualmente altre informazioni di carattere generale;
- ✓ estratto da ZAC;
- ✓ estratto da PSC (Piano Strutturale Comunale).

Successivamente si passa alla tabella di descrizione dei serramenti che riporta:

- ✓ materiale;
- ✓ tipo di vetro;
- ✓ tipo di apertura;
- ✓ guarnizioni di tenuta;
- ✓ stato di conservazione;
- ✓ giudizio complessivo ai fini del calcolo dell'Indice di Priorità.

2.3.2 - La procedura di rilevamento

La procedura di rilevamento per ogni struttura consta fondamentalmente di due tipologie di misurazioni distinte ma contemporanee:

- ✓ una misura in continuo (di 24 ore) esterna all'edificio;
- ✓ alcune misure spot interne all'edificio.

2.3.2.1 - La misura esterna in continuo

Nella misura esterna in continuo (di 24 ore) il microfono del fonometro (per le misure esterne è stato usato un fonometro Bruel & Kjaer type 2236 in configurazione da esterno) è di norma posizionato a 1 m di distanza dalla superficie esterna dell'edificio (usando un treppiede o un palo telescopico), in corrispondenza della facciata e della zona presumibilmente soggetta a maggiore inquinamento acustico e all'altezza in genere del primo piano (quindi circa 4 o 5 m) compatibilmente con le esigenze specifiche del caso, spesso determinanti. La misura ha durata di 24 ore per raccogliere dati sia sul periodo diurno che su quello notturno, trattandosi di strutture usufruite 24 ore su 24; il periodo notturno riveste un'importanza particolare perché i limiti di livello sonoro equivalente notturno

risultano nella pratica i termini di valutazione più restrittivi e perché il decreto strade sancisce la possibilità (nel caso gli usuali limiti esterni non fossero rispettati) di confronto con un limite interno solo notturno (pari a 35 dB di Leq per ospedali, case di riposo, case di cura,...).

Durante la misura esterna in continuo il fonometro è stato impostato in modo che registrasse il valore di Leq ogni minuto; dei valori registrati (che sono poi elaborati tramite un foglio di calcolo come spiegato nel seguito) si riportano tre grafici:

- ✓ l'andamento di Leq in funzione del tempo (cioè per ogni minuto di registrazione);
- ✓ l'istogramma della distribuzione di Leq per intervalli (o classi) di 5 dB in 5 dB: per ogni intervallo predefinito si ricava la percentuale di eventi con Leq compreso in quell'intervallo;
- ✓ la distribuzione cumulativa del Leq: per ogni valore di Leq in ascissa si ricava in ordinata la percentuale di eventi (valori di Leq) che hanno un Leq maggiore o uguale.

2.3.2.2 - *Le misure spot interne*

Con le misure spot interne (contemporanee con quella esterna così da renderle direttamente confrontabili) sono stati monitorati alcuni locali della struttura; in genere si è cercato di monitorare sempre il locale all'esterno del quale era in esecuzione la misura in continuo (o in alternativa un locale vicino) e alcuni altri locali scelti seguendo i seguenti criteri:

- ✓ locali della facciata più esposta all'inquinamento acustico;
- ✓ locali più disturbati dal rumore ambientale;
- ✓ locali in piani e posizioni diverse (così da caratterizzare meglio la struttura);
- ✓ locali con serramenti di diversa tipologia (nel caso non fossero tutti uguali);
- ✓ locali non (o almeno poco) disturbati dai rumori interni alla struttura al fine di minimizzare l'effetto sui dati rilevati di sorgenti sonore interne.

Quest'ultimo criterio si è rivelato molto restrittivo (queste strutture sono usate 24 ore su 24, le stanze di degenza sono spesso occupate dagli ospiti anche per tutte le 24 ore, i rumori interni dovuti agli stessi ospiti, al personale, ad ascensori, a carrelli, a impianti tecnologici,... sono molto frequenti) ed è inevitabilmente divenuto il criterio fondamentale nella scelta dei vani oggetto di misura. Nella schedatura in genere sono riportate le piante dei piani con l'indicazione dei locali monitorati.

Per ogni locale monitorato sono state effettuate generalmente 3 misure spot a finestre chiuse, ciascuna della durata di 5 minuti, per un totale quindi di 15 minuti di rilevazione per ogni locale, distanziando temporalmente ogni misura. Il fonometro (Bruel & Kjaer type 2231 munito di cuffia antivento) è stato collocato su un treppiede approssimativamente al centro della stanza, ad un'altezza dal pavimento di 1,50 m ed è stato direzionato verso la finestra; nel limite del possibile si è cercato di mantenere il microfono a debita distanza dagli ostacoli presenti (arredamenti, misuratore,...). Nei casi in cui se ne è avuta disponibilità si è, come detto, fatto uso del treppiede; negli altri casi il fonometro è stato tenuto in mano.

2.3.3 - L'elaborazione dei dati misurati

I dati misurati (sia in continuo che spot) per ogni struttura sono stati utilizzati, tramite un foglio di calcolo (excel), per la determinazione dei livelli sonori equivalenti ponderati A relativi a certi periodi di riferimento previsti dalla normativa (importanti perchè confrontabili con i limiti vigenti).

2.3.3.1 - Il livello sonoro equivalente

Il livello sonoro equivalente, o più precisamente il livello sonoro continuo equivalente, è il livello sonoro di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale (variabile nel tempo), comporta la stessa quantità di energia sonora. L'aggettivo equivalente sottolinea appunto il fatto che l'energia associata all'ipotetico rumore costante e quella associata al rumore variabile sono uguali. Lo scopo dell'introduzione del livello equivalente è quello di poter caratterizzare con un unico valore un rumore di livello sonoro variabile su di un intervallo di tempo prefissato. La sua espressione teorica, adottando la curva di ponderazione in frequenza A come avviene nella maggior parte dei casi (la ponderazione A fornisce un dato oggettivo direttamente correlato alla sensazione sonora dell'uomo), è la seguente:

$$L_{Aeq} \equiv L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_{Ai}^2}{p_0^2} \right) \quad dB(A) \quad (2,1)$$

dove $p_A(t)$ è la pressione sonora ponderata A del rumore in esame, p_0 è la pressione sonora di riferimento, T il tempo totale di osservazione (o tempo di integrazione).

Nota: nel seguito, anche quando non specificato, è sempre da sottintendere che la curva di ponderazione in frequenza usata è la A.

Nel caso pratico in cui la misura sia effettuata con uno strumento digitale, come ormai nella maggioranza dei casi, l'espressione precedente può essere riscritta come:

$$L_{Aeq} \equiv L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_1^N \frac{p_{Ai}^2}{p_0^2} \right) \quad dB(A) \quad (2,2)$$

dove p_{Ai} è un valore campionato della pressione sonora e N è il numero totale di campioni nell'intervallo di tempo T considerato.

Il livello sonoro equivalente costituisce l'indice descrittore principale per la valutazione del rumore, sia in ambiente di lavoro che in ambiente esterno, e presenta il grande vantaggio di condensare in un unico parametro la rappresentazione di situazioni anche complesse.

2.3.3.2 - I Leq calcolati

Nelle misurazioni di tesi, come detto in precedenza, si è scelto di impostare un'autoregistrazione del L_{eq} ogni minuto (l'autoregistrazione ogni secondo sarebbe infatti stata troppo onerosa in termini di memoria); in questo modo il fonometro ha fornito per ogni misura $24 \times 60 = 1440 L_{eqi}$.

Il L_{eq} relativo a un certo periodo di tempo ($L_{eq,per}$), noti i L_{eq} discreti relativi a piccoli intervalli uguali di tempo all'interno del periodo (L_{eqi}), si calcola con la seguente espressione:

$$L_{Aeq,per} \equiv L_{eq,per} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_1^N 10^{L_{eqi}/10} \right) = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{inizio per}}^{\text{fine per}} \quad dB(A) \quad (2,3)$$

In dettaglio sono stati calcolati i seguenti livelli sonori equivalenti esterni ponderati A, sulla base dei dati registrati esternamente in continuo ogni minuto delle 24 ore di misurazione:

$$\text{➤ } L_{eq,diurno} = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{ore 6}}^{\text{ore 22}} \quad dB(A) \quad (2,4)$$

il $L_{eq,diurno}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A dalle ore 6 alle ore 22, a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso.

Il $L_{eq,diurno}$ viene poi confrontato con il limite stabilito dalla ZAC per la classe 1 o dal decreto strade (se in una fascia di pertinenza stradale) che in entrambi i casi per le strutture in esame è di 50 dB(A).

$$\text{➤ } L_{eq,notturmo} = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{ore 22}}^{\text{ore 6}} \quad dB(A) \quad (2,5)$$

il $L_{eq,notturmo}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A dalle ore 22 alle ore 6, a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso.

Il $L_{eq,notturmo}$ viene poi confrontato con il limite stabilito dalla ZAC per la classe 1 o dal decreto strade (se in una fascia di pertinenza stradale) che in entrambi i casi per le strutture in esame è di 40 dB(A).

$$\text{➤ } L_{eq,day} = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{ore 6}}^{\text{ore 20}} \quad dB(A) \quad (2,6)$$

il $L_{eq,day}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A dalle ore 6 alle ore 20, a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso;

$$\text{➤ } L_{eq,evening} = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{ore 20}}^{\text{ore 22}} \quad dB(A) \quad (2,7)$$

il $L_{eq,evening}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A dalle ore 20 alle ore 22, a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso;

$$\text{➤ } L_{eq,night} = 10 \log \left[\text{media dei } 10^{L_{eqi}/10} \right]_{\text{ore 22}}^{\text{ore 6}} \quad dB(A) \quad (2,8)$$

il $L_{eq,night}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A dalle ore 22 alle ore 6, a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso;

$$\text{➤ } L_{eq,den} = 10 \log \left(\frac{14 \times 10^{L_{eqday}/10} + 2 \times 10^{(L_{eqevening}+5)/10} + 8 \times 10^{(L_{eqnight}+10)/10}}{24} \right) \quad dB(A) \quad (2,9)$$

il $L_{eq,day}$ è il livello sonoro esterno equivalente ponderato A giorno-sera-notte (day-evening-night), a distanza di 1 m dalla facciata dell'edificio e nel punto presumibilmente più rumoroso.

2.3.3.3 - Le misure spot interne

Come già noto, oltre alle misure esterne in continuo sono state effettuate delle misure spot interne in alcuni vani di ogni struttura monitorata, generalmente nel numero di 3 per vano della durata ciascuna di 5 minuti. Sono riportati nella schedatura:

- ogni vano in cui sono state effettuate misure spot;
- gli orari esatti di inizio e fine misure;
- il L_{eq} interno misurato per ogni misura spot;
- il L_{eq} esterno corrispondente all'intervallo di misura spot interna (cioè calcolato usando i dati esterni registrati proprio durante i 5 minuti di misura spot interna) per ogni misura;
- l'abbattimento sonoro interno-esterno (infatti dipende dai serramenti, dalle dimensioni di finestre e vano,...) per ognuna delle 3 misure spot (ΔL_{eqi}); è pari alla differenza fra L_{eq} interno misurato e L_{eq} esterno corrispondente (estrapolato dalla misura in continuo per i 5 minuti contemporanei).

$$\Delta L_{eqi} = L_{eq\ est\ corrisp} - L_{eq\ spot\ int} \quad dB(A) \quad (2,10)$$

Nota: è importante sottolineare come l'abbattimento esterno-interno di un vano sia concettualmente diverso (anche se numericamente analogo) dall'isolamento di facciata di un vano (che esprime la capacità di isolamento del muro e dei serramenti); infatti quest'ultimo è una caratteristica della facciata che si dovrebbe determinare con un altoparlante e due microfoni, uno interno al vano e uno esterno, a 1 metro dal muro e dirimpetto al primo. Invece l'abbattimento interno-esterno (riportato nelle schedature e calcolato come spiegato in precedenza) è solo un parametro necessario per ricavare il L_{eq} interno di lungo periodo notturno e per essere calcolato non richiede la vicinanza delle misure esterna e interna ma solo che entrambe siano soggette alle stesse sorgenti sonore (almeno approssimativamente) omnidirezionali; in altri termini l'abbattimento non è una caratteristica del muro ma dipende anche dalle posizioni di misura (dirimpetto al vano, 1 metro esternamente al muro si potrebbe avere un L_{eq} esterno diverso da quello misurato in altra posizione) a differenza del L_{eq} interno di lungo periodo notturno.

Comunque nella maggior parte dei casi esaminati il clima acustico esterno in facciata (e generalmente le spot interne sono state eseguite in vani in facciata) non varia sensibilmente e quindi l'abbattimento calcolato può essere ritenuto dell'ordine dell'isolamento.

- l'abbattimento esterno-interno di ogni vano (ΔL_{eq} medio) dato dalla media fra i 3 ΔL_{eqi} relativi ciascuno a una delle 3 misure spot del vano:

$$\Delta L_{eq\ medio} = media(\Delta L_{eq1}; \Delta L_{eq2}; \Delta L_{eq3}) \quad (2,11)$$

- il L_{eq} interno di lungo periodo diurno per ogni vano ottenuto sottraendo l'abbattimento esterno-interno dal $L_{eq,diurno}$:

$$L_{eq\ int\ lungoperiodo\ diurno} = L_{eq,diurno} - \Delta L_{eq\ medio} \quad (2,12)$$

- il L_{eq} interno di lungo periodo notturno per ogni vano ottenuto sottraendo l'abbattimento esterno-interno dal $L_{eq,notturmo}$:

$$L_{eq \text{ int lungo periodo notturno}} = L_{eq, \text{notturno}} - \Delta L_{eq \text{ medio}} \quad (2,13)$$

Il L_{eq} interno di lungo periodo notturno viene poi confrontato con il limite di 35 dB(A) stabilito dal decreto strade per ospedali, case di cura e di riposo.

2.3.4 - L'Indice di Priorità

Nella schedatura, nel caso si abbia superamento dei limiti, è stato calcolato l'Indice di Priorità degli interventi per ogni edificio secondo 4 diversi criteri corrispondenti ciascuno a un limite: diurno esterno, notturno esterno, notturno interno e notturno interno considerando anche lo stato e la tipologia dei serramenti. Maggiori dettagli saranno dati nel paragrafo seguente.

2.4 - La valutazione dell'Indice di Priorità

2.4.1 - Disposizioni del d.m. 29/11/2000

Il calcolo dell'Indice di Priorità, determinato ai fini del Piano di Risanamento (comunale) per ordinare gli interventi di risanamento competenti al Comune di Parma (quando cioè la fonte principale di rumore è costituita da infrastrutture stradali comunali), viene eseguito secondo le disposizioni del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 novembre 2000.

Nel dettaglio l'Indice di Priorità si ottiene:

- 1) dalla suddivisione della area A in un insieme di aree A_i tali che: $\bigcup_{i=1}^n A_i = A$;
- 2) dall'individuazione dei valori limite di immissione del rumore (L^*_i), per l'area A_i , con i seguenti criteri:
 - a) se l'area A_i è collocata all'esterno delle fasce di pertinenza o delle aree di rispetto, il valore limite di immissione (indicato in tal caso con L^*_{izona}) è quello stabilito dalla ZAC;
 - b) se l'area A_i è collocata all'interno delle fasce di pertinenza o delle aree di rispetto di una singola infrastruttura, il valore limite di immissione (indicato in tal caso con $L^*_{ifascia}$) è quello previsto per quell'infrastruttura dal decreto ad essa relativo (ad esempio per le infrastrutture stradali dal Decreto strade); per le altre infrastrutture eventualmente concorrenti che contribuiscono al di fuori della propria fascia di pertinenza o area di rispetto, il valore del limite di immissione (indicato in tal caso con L^*_{izona}) è quello stabilito dalla ZAC;
 - c) se l'area A_i è collocata in una zona di sovrapposizione di due o più fasce di pertinenza o aree di rispetto, il valore del limite di immissione (indicato in tal caso con $L^*_{ifascia}$) è il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture;
- 3) dall'individuazione del valore numerico R_i relativo all'area A_i :

- a) per gli ospedali, le case di cura e di riposo R_i corrisponde alla totalità dei posti letto moltiplicata per il coefficiente 4;
 - b) per le scuole R_i corrisponde alla totalità degli alunni moltiplicata per il coefficiente 3;
 - c) per gli altri ricettori R_i corrisponde al prodotto fra la superficie dell'area A_i e l'indice demografico statistico più aggiornato;
- 4) dalla determinazione, tramite i decreti applicativi della legge quadro, del livello continuo equivalente di pressione sonora L_i , nel periodo di riferimento, approssimato all'unità, prodotto dalle infrastrutture nell'area A_i , attribuendo per ogni singolo edificio il valore valutato nel punto di maggiore criticità della facciata più esposta; la variabilità del livello L_i , all'interno di A_i deve essere non superiore a 3 dB(A) e il valore da inserire poi nella formula per il calcolo dell'indice è il valore centrale dell'intervallo.

L'Indice di Priorità P degli interventi di risanamento è dato da:

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (2,14)$$

$$\text{per: } (L_i - L_i^*) < 0 \Rightarrow (L_i - L_i^*) = 0 \Rightarrow P = 0 \quad (2,15)$$

Nel caso del punto 2b la sommatoria comprende tutti gli eventuali addendi del tipo:

$$R_i (L_i - L_{ifascia}^*) \quad e \quad R_i (L_i - L_{izona}^*) \quad (2,16)$$

$$\text{per: } (L_i - L_{ifascia}^*) < 0 \Rightarrow (L_i - L_{ifascia}^*) = 0 \quad (2,17)$$

$$\text{per: } (L_i - L_{izona}^*) < 0 \Rightarrow (L_i - L_{izona}^*) = 0 \quad (2,18)$$

A parità di Indice di Priorità P viene privilegiato l'intervento che consegue il valore maggiore della sommatoria dei differenziali $\sum R_i (L_i - L_i^*)$.

2.4.2 - I quattro Indici di Priorità calcolati

Nelle misurazioni di tesi si può considerare per ogni struttura monitorata una sola area A perché le strutture monitorate sono sempre interamente soggette a un solo limite di immissione sia che rientrino in una fascia di pertinenza stradale in tutto, sia che vi rientrino solo in parte, sia che non vi rientrino proprio; infatti il decreto strade (che stabilisce i limiti nelle fasce di pertinenza stradale) prevede limiti relativi a ospedali, case di cura e di riposo uguali a quelli della ZAC per le classi 1 (50 dB diurni e 40 dB notturni) e quindi L_i^* sarebbe lo stesso anche suddividendo l'area A . Non si pone inoltre la questione del rumore da infrastrutture ferroviarie perché nessuna delle strutture monitorate ne risente.

In conclusione l'Indice di Priorità P degli interventi di risanamento per le strutture monitorate è semplicemente dato da:

$$P = R(L - L^*) = 4 \times n^\circ \text{ posti letto} \times (L - L^*) \quad (I) \quad (2,19)$$

$$\text{per: } (L - L^*) < 0 \Rightarrow (L - L^*) = 0 \Rightarrow P = 0 \quad (2,20)$$

dove:

- R è un valore numerico che per gli ospedali, le case di cura e di riposo corrisponde alla totalità dei posti letto moltiplicata per il coefficiente 4;
- L è il livello equivalente sonoro ponderato A misurato esternamente alla struttura;
- L* è il valore limite di immissione del rumore.

Si è deciso di calcolare per ogni struttura:

- ✓ un Indice di Priorità esterno diurno;
- ✓ un Indice di Priorità esterno notturno;
- ✓ un Indice di Priorità interno notturno calcolato da normativa;
- ✓ un Indice di Priorità interno notturno calcolato considerando anche lo stato e la tipologia dei serramenti.

2.4.2.1 - Calcolo dell'Indice di Priorità esterno diurno

Al fine di garantire la tutela degli ospiti durante tutto il periodo di permanenza nelle strutture, si è proceduto al calcolo di un Indice di Priorità esterno diurno per valutare la necessità di mitigare l'inquinamento acustico nelle aree cortilizie e di pertinenza.

Il limite di immissione diurno L* è pari a 50 dB (infatti, sia per le aree classificate dalla ZAC in classe 1, sia per le fasce di pertinenza comprendenti ospedali, case di cura e di riposo vale tale limite diurno), invece L è il livello sonoro equivalente ponderato A misurato esternamente; quindi la formula (I) diventa:

$$P_{est,diurno} = 4 \times n^{\circ} \text{ posti letto} \times (L_{diurno} - 50) \quad (2,21)$$

$$\text{per: } (L_{diurno} - 50) < 0 \Rightarrow (L_{diurno} - 50) = 0 \Rightarrow P_{est,diurno} = 0 \quad (2,22)$$

Va comunque tenuto in considerazione che in alcuni casi le aree cortilizie destinate agli ospiti non sono coincidenti con le aree nelle quali è stato calcolato il livello sonoro equivalente esterno.

Come enunciato precedentemente, la valutazione del livello esterno è stata condotta in corrispondenza del punto della struttura scolastica maggiormente esposto al rumore, mentre in diverse strutture le aree cortilizie destinate agli ospiti sono ricavate in spazi collocati lontano dalle strade che circondano la struttura o in cortili interni.

2.4.2.2 - Calcolo dell'Indice di Priorità esterno notturno

Al fine di garantire la tutela degli ospiti durante tutto il periodo di permanenza nelle strutture, si è proceduto al calcolo di un Indice di Priorità esterno notturno per valutare la necessità di mitigare l'inquinamento acustico nelle aree cortilizie e di pertinenza.

Il limite di immissione diurno L* è pari a 40 dB (infatti, sia per le aree classificate dalla ZAC in classe 1, sia per le fasce di pertinenza comprendenti ospedali, case di cura e di riposo vale tale limite notturno), invece L è il livello sonoro equivalente ponderato A misurato esternamente; quindi la formula (I) diventa:

$$P_{est,nott} = 4 \times n^{\circ} \text{ posti letto} \times (L_{nott} - 40) \quad (2,23)$$

$$\text{per: } (L_{nott} - 40) < 0 \Rightarrow (L_{nott} - 40) = 0 \Rightarrow P_{est,nott} = 0 \quad (2,24)$$

Va comunque tenuto in considerazione che in alcuni casi le aree cortilizie destinate agli ospiti non sono coincidenti con le aree nelle quali è stato calcolato il livello sonoro equivalente esterno.

Come enunciato precedentemente, la valutazione del livello esterno è stata condotta in corrispondenza del punto della struttura scolastica maggiormente esposto al rumore, mentre in diverse strutture le aree cortilizie destinate agli ospiti sono ricavate in spazi collocati lontano dalle strade che circondano la struttura o in cortili interni.

2.4.2.3 - Calcolo dell'Indice di Priorità interno notturno da normativa

Al fine di garantire la tutela degli ospiti durante il periodo notturno (per il periodo diurno la normativa non stabilisce limiti interni) di permanenza nelle strutture, si è proceduto al calcolo di un Indice di Priorità interno notturno per valutare la necessità di mitigare l'inquinamento acustico internamente alla struttura.

Il limite di immissione interno notturno L^* è pari a 35 dB misurati al centro della stanza a 1,5 m di altezza dal pavimento e con finestre chiuse (come stabilito per gli ospedali, le case di cura e di riposo, per i quali la fonte principale di rumore risulta essere un'infrastruttura stradale, dall'art. 6, comma 2, lettera c del Decreto del Presidente della Repubblica n. 142 del 30 marzo 2004, detto decreto strade), invece L è il livello sonoro equivalente ponderato A interno di lungo periodo (nella tesi è stato calcolato sulla base delle misure spot interne e della misura esterna di lungo periodo) maggiore fra i vari calcolati (si ha infatti un valore di livello sonoro per ogni vano monitorato); quindi la formula (I) diventa:

$$P_{int,nott} = 4 \times n^{\circ} \text{ posti letto} \times (L_{int,nott} - 35) \quad (2,25)$$

$$\text{per: } (L_{int,nott} - 35) < 0 \Rightarrow (L_{int,nott} - 35) = 0 \Rightarrow P_{int,nott} = 0 \quad (2,26)$$

2.4.2.4 - Calcolo dell'Indice di Priorità interno notturno considerando anche lo stato e la tipologia dei serramenti

Al fine di garantire la tutela degli ospiti durante il periodo notturno (per il periodo diurno la normativa non stabilisce limiti interni) di permanenza nelle strutture, si è proceduto al calcolo di un Indice di Priorità interno notturno per valutare la necessità di mitigare l'inquinamento acustico internamente alla struttura. Dopo aver condotto una prima valutazione dell'Indice di Priorità interno notturno secondo le indicazioni fornite dalla normativa, si è voluto eseguire un'altra valutazione considerando un ulteriore parametro per la definizione delle priorità degli interventi di bonifica; si è infatti deciso di introdurre nell'algoritmo di calcolo dell'Indice di Priorità anche lo stato e la tipologia dei serramenti. Questa scelta è sembrata opportuna in quanto, nel corso dei sopralluoghi per lo svolgimento delle misure, si è

potuto verificare che in diversi edifici i serramenti sono deteriorati e presentano carenze a volte anche pesanti (come l'assenza di vetri di adeguato spessore o una insufficiente tenuta di chiusura) mentre in altri edifici i serramenti sono nuovi e presentano vetri doppi e guarnizioni di tenuta.

Si è quindi definito un termine nominato Livello Correttivo (LC), espresso in dB(A), da sommare algebricamente al livello sonoro equivalente interno (L); si ottiene così un termine (L+LC) che considera la tipologia di serramento e il suo stato di conservazione e che viene confrontato con il limite di immissione notturno (L*). Nel tentativo di una maggiore oggettività ai serramenti della struttura in esame è stato di volta in volta assegnato un giudizio sulla base del tipo di vetro, della presenza o meno di guarnizioni di tenuta, dello stato di conservazione; sono stati previsti 6 livelli di giudizio ad ognuno dei quali corrisponde un certo LC calcolato come percentuale del Massimo Livello Correttivo (MLC) pari a 5 dB.

La seguente tabella riporta la suddetta *scala di valutazione del serramento*:

<i>Livello di giudizio</i>	<i>% di pesatura del MLC (5 dB)</i>	<i>Livello Correttivo LC in dB</i>
pessimo	100	+ 5,00
scarso	80	+ 4,00
insufficiente	25	+ 1,25
sufficiente	0	+ 0,00
buono	-80	- 4,00
ottimo	-100	- 5,00

Il limite di immissione interno notturno L* è pari a 35 dB misurati al centro della stanza a 1,5 m di altezza dal pavimento e con finestre chiuse (come stabilito per gli ospedali, le case di cura e di riposo, per i quali la fonte principale di rumore risulta essere un'infrastruttura stradale, dall'art. 6, comma 2, lettera c del Decreto del Presidente della Repubblica n. 142 del 30 marzo 2004, detto decreto strade), invece L è il livello sonoro equivalente ponderato A interno di lungo periodo (nella tesi è stato calcolato sulla base delle misure spot interne e della misura esterna di lungo periodo) maggiore fra i vari calcolati (si ha infatti un valore di livello sonoro per ogni vano monitorato).

La formula (I), pur conservando intatta la struttura di base, diventa quindi:

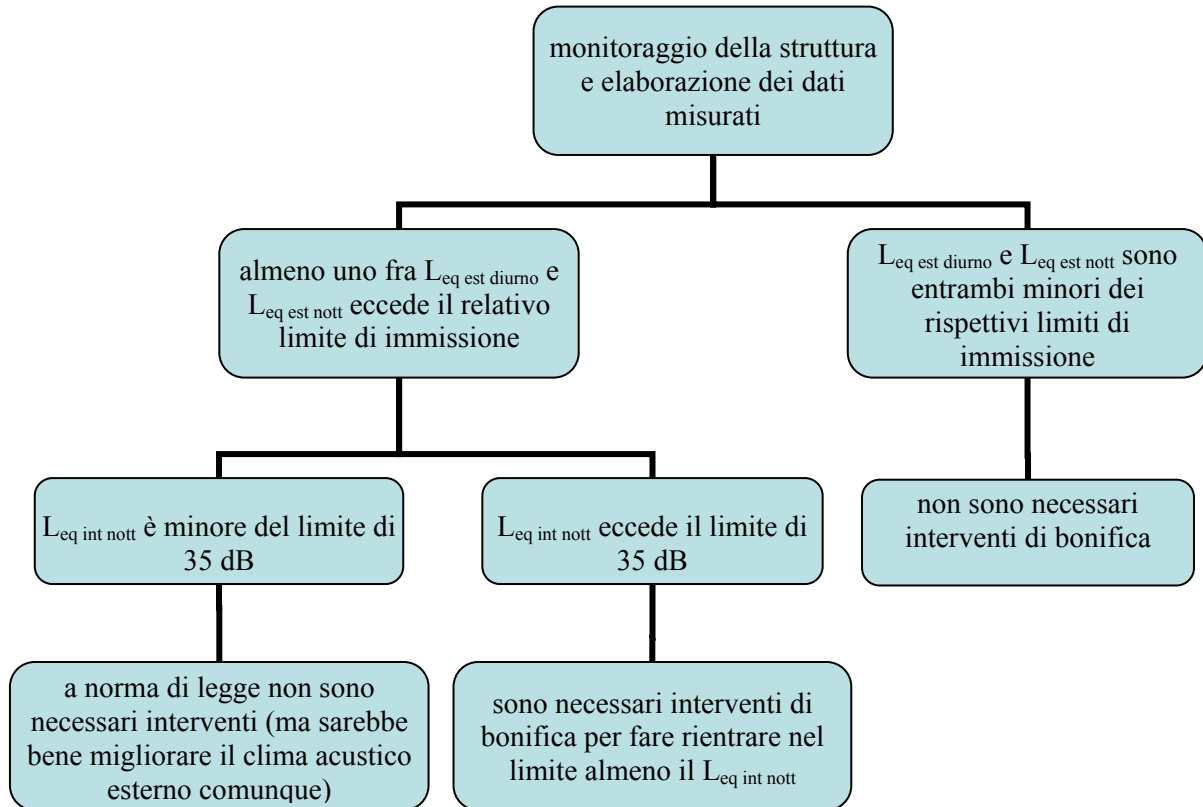
$$P_{\text{int,nott}} = 4 \times n^{\circ} \text{ posti letto} \times [(L + LC) - 35] \quad (2,27)$$

$$\text{per: } [(L_{\text{int,nott}}^* + LC) - 35] < 0 \Rightarrow [(L_{\text{int,nott}}^* + LC) - 35] = 0 \Rightarrow P_{\text{int,nott}} = 0 \quad (2,28)$$

2.4.2.5 - Quando si deve intervenire

Se almeno uno dei due Indici di Priorità esterni (diurno e notturno) non è nullo, allora si passa a valutare l'Indice di Priorità interno (considerare l'uno o l'altro criterio di calcolo, cioè con o senza LC, è una scelta; nella tesi si calcolano entrambi); se anche quest'ultimo non è nullo, allora è necessario un intervento di bonifica per migliorare il clima acustico interno o esterno (infatti diminuendo il rumore esterno migliora di conseguenza anche il clima acustico interno).

Da quanto detto sopra si conclude che, sfruttando il decreto strade, una struttura con $IP_{\text{esterno}} > 0$ ma $IP_{\text{interno}} = 0$ a norma di legge non necessita di interventi; si ritiene sarebbe comunque buona cosa intervenire esternamente per migliorare il clima acustico esterno e fare rientrare così anche i L_{eq} esterni nei limiti.



Schema 2,1: casi in cui sono necessari interventi di risanamento

2.5 - Riepilogo dei risultati

Il presente paragrafo vuole riportare e ordinare i risultati dei monitoraggi eseguiti sui 12 recettori sensibili al fine di fornire un quadro completo e ordinato che riassume i valori ricavati per i livelli sonori equivalenti (Leq) e per gli Indici di Priorità degli interventi (IP) relativamente a ciascuna struttura rilevata.

In particolare per ogni struttura sono stati ricavati i seguenti 4 valori di livello equivalente sonoro ponderato secondo la curva A:

- ✓ Leq diurno esterno all'edificio per il quale il limite è pari a 50 dB(A);
- ✓ Leq notturno esterno all'edificio per il quale il limite è pari a 40 dB(A);
- ✓ Leq diurno interno all'edificio per il quale la normativa non stabilisce alcun limite;
- ✓ Leq notturno interno all'edificio per il quale il limite (decreto strade) è pari a 35 dB(A).

Per ogni struttura sono stati quindi determinati quattro diversi Indici di Priorità degli interventi di bonifica ciascuno secondo uno dei seguenti quattro criteri:

- ✓ Indice di Priorità esterno relativo al periodo diurno;
- ✓ Indice di Priorità esterno relativo al periodo notturno;
- ✓ Indice di Priorità interno relativo al periodo notturno;
- ✓ Indice di Priorità interno relativo al periodo notturno considerando una correzione LC dipendente dalla tipologia e dallo stato dei serramenti.

Nota: i valori riportati in rosso nelle tabelle sono poco significativi in quanto in quel periodo di riferimento il monitoraggio è stato disturbato da fonti temporanee da non considerare (ad esempio cantieri di lavoro, pioggia, ...).

2.5.1 - Il Leq esterno diurno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa dei livelli sonori equivalenti in dB(A) registrati nel periodo diurno esternamente a ogni struttura monitorata:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0

Si può notare come nessuna struttura fra le 12 monitorate rispetti il limite di immissione sonora diurno stabilito in 50 dB(A) dalla ZAC e dal decreto strade per le fasce di pertinenza; si hanno superamenti compresi circa fra i 5 e i 20 dB(A) con una media di circa 10 dB(A).

2.5.2 - L'IP esterno diurno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa degli Indici di Priorità degli interventi di bonifica relativi a ogni struttura monitorata che non rispetta il limite diurno esterno:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0

Il valore dell'Indice di Priorità dipende, oltre che dal superamento, anche dalla capacità ricettiva della struttura e questo spiega ad esempio l'alto valore relativo alla Casa di Cura Città di Parma nonostante questa presenti un superamento medio-basso relativamente agli altri casi esaminati.

2.5.3 - Il Leq esterno notturno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa dei livelli sonori equivalenti in dB(A) registrati nel periodo notturno esternamente a ogni struttura monitorata:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16

Si può notare come nessuna struttura fra le 12 monitorate rispetti il limite di immissione sonora notturno stabilito in 40 dB(A) dalla ZAC e dal decreto strade per le fasce di pertinenza; si hanno superamenti compresi circa fra i 5 e i 20 dB(A) con una media di circa 12 dB(A).

2.5.4 - L'IP esterno notturno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa degli Indici di Priorità degli interventi di bonifica relativi a ogni struttura monitorata che non rispetta il limite notturno esterno:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16

Il valore dell'Indice di Priorità dipende, oltre che dal superamento, anche dalla capacità ricettiva della struttura e questo spiega ad esempio l'alto valore relativo alla Casa di Cura Città di Parma nonostante questa presenti un superamento medio-basso relativamente agli altri casi esaminati.

2.5.5 - Il Leq interno notturno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa dei livelli sonori equivalenti in dB(A) registrati nel periodo notturno internamente a ogni struttura monitorata:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0

Nota: sono evidenziate in verde le strutture che rispettano il limite e in giallo quelle che lo superano.

Si può notare come solo 2 strutture fra le 12 monitorate non rispettino il limite di rumore notturno stabilito in 35 dB(A) dal decreto strade; i due superamenti sono comunque bassi, rispettivamente di 3 e 1,3 dB(A).

2.5.6 - L'IP interno notturno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa degli Indici di Priorità degli interventi di bonifica relativi a ogni struttura monitorata che non rispetta il limite notturno interno:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0

Nota: sono evidenziate in verde le strutture che rispettano il limite e in giallo quelle che lo superano.

Il valore dell'Indice di Priorità dipende, oltre che dal superamento, anche dalla capacità ricettiva della struttura.

2.5.7 - L'IP interno notturno con LC

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa degli Indici di Priorità degli interventi di bonifica relativi a ogni struttura monitorata che non rispetta il limite notturno interno e calcolati considerando anche una correzione LC dipendente dalla tipologia e dallo stato dei serramenti:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0

Nota: sono evidenziate in verde le strutture che rispettano il limite e in giallo quelle che lo superano.

Il valore dell'Indice di Priorità dipende, oltre che dal superamento, anche dalla capacità ricettiva della struttura e dal valore di LC che varia da + 5 dB per le strutture con serramenti a bassa capacità di fonoisolamento, a - 5 dB per le strutture con serramenti ad alta capacità di fonoisolamento.

Si noti come, rispetto la tabella al punto 2.6.6 che non considera il termine correttivo LC, la struttura su cui risulta più urgente l'intervento non sarebbe più la Residenza dei Tigli (che ha ottimi serramenti) ma il Romanini (che ha serramenti pessimi). Per tutte le altre 10 strutture (in verde) l'IP non ha senso, anche nel caso non sia nullo, perché presentano Leq inferiori al limite.

2.5.8 - Il Leq interno diurno

Si riporta di seguito la tabella ordinata riepilogativa dei livelli sonori equivalenti in dB(A) registrati nel periodo diurno internamente a ogni struttura monitorata:

Struttura	n° posti letto	LC (dB)	Leq (dB) esterno		Leq (dB) interno >		IP esterno		IP interno notturno	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	di legge	con LC
Romanini	79	5,00	66,3	54,7	47,9	36,3	5151	4645	411	1991
Residenza dei Tigli	94	-5,00	68,9	61,0	45,9	38,0	7106	7896	1128	0
Clinica Psichiatrica Ugolino	20	5,00	56,0	45,6	40,5	30,2	480	448	0	16
Residenza delle Tamerici	112	1,25	59,1	50,5	39,1	30,5	4077	4704	0	0
Via Milano	54	-5,00	64,0	59,2	38,1	33,3	3024	4147	0	0
Casa di Padre Lino	40	-5,00	60,2	56,5	37,9	34,2	1632	2640	0	0
Villa Ester	18	4,00	58,5	51,8	37,7	31,1	612	850	0	7
Residenza dei Lecci	71	4,00	54,3	46,2	37,6	29,5	1221	1761	0	0
Casa di Cura Città di Parma	200	-5,00	57,8	48,9	37,3	28,4	6240	7120	0	0
Casa Protetta Sidoli	70	-5,00	62,2	53,5	37,1	28,5	3416	3780	0	0
Residenza Santi	22	1,25	55,4	48,5	36,2	29,3	475	748	0	0
Pensionato Gulli	37	-5,00	55,3	49,0	35,9	29,6	784	1332	0	0

Il decreto strade per case di riposo, case di cura e ospedali stabilisce un limite interno notturno ma non uno diurno, quindi non esiste alcun valore da rispettare e questa tabella ha solo fini statistici.

2.5.9 - Conclusioni

Se si usassero come termini di confronto solo i limiti di livello sonoro equivalente esterni, si avrebbe una situazione di grave inquinamento acustico con tutte le dodici strutture oltre i limiti stabiliti da normativa e ZAC con superamenti notturni leggermente superiori a quelli diurni. Però il decreto strade sancisce, «qualora i valori limite di immissione (stabiliti dal decreto stesso per le fasce di pertinenza e dalla ZAC al di fuori di tali fasce) non siano tecnicamente conseguibili ovvero qualora in base a valutazioni tecniche o economiche o di carattere ambientale si evidenzi l'opportunità di procedere a interventi diretti sui ricettori», la possibilità di rispettare il solo limite interno (valutato al centro della stanza, a finestre chiuse e all'altezza di 1,5 m dal pavimento) che per ospedali, case di cura e case di riposo è di 35 dB(A) notturni.

Da quanto detto sopra si conclude che, sfruttando il decreto strade, 10 strutture sulle 12 monitorate risultano a norma, mentre necessitano di interventi solo la Residenza dei Tigli e il Romanini. In particolare per quest'ultimo basterebbe la sostituzione degli attuali serramenti poco isolanti, invece per la Residenza dei Tigli (che è fronte strada e che ha già ottimi serramenti) sono necessari interventi più incisivi direttamente sul traffico di via Baganza come ad esempio la deviazione di una buona percentuale di traffico o di certe categorie più pesanti (camion) su viale della Villetta (in cui gli edifici sono piuttosto distanti dalla strada).

CAPITOLO TERZO

L'OSPEDALE MAGGIORE**3.1 - Premessa**

Per complessità, dimensioni dell'area, numero di edifici e quantità di fonti rumorose l'Ospedale Maggiore di Parma non può essere semplicemente oggetto della tipologia “standard” di monitoraggio e schedatura, vista in precedenza e utilizzata per tutte le altre strutture; si è pensato quindi di trattare il monitoraggio di questa vasta area ospedaliera in un capitolo a parte.

3.2 - Evoluzione dell'Ospedale di Parma**3.2.1 - Dal 1201**

A Parma i fabbri, i calzolai, i macellai e i muratori, raccolti nei singoli ordini, si uniscono e danno vita al primo grande ospedale della città.

Alla primitiva costruzione, che si dice fondata nel 1201 da Rodolfo Tanzi, segue nel 1517 in Via D'Azeglio, dopo quarant'anni di lavoro, il grande ospedale della città. Un ospedale per acuti, cioè per curare e, possibilmente, guarire. Frutto della nuova e rivoluzionaria concezione rinascimentale.



Figura 3,1 - Il fronte dell'ospedale vecchio sull'attuale via D'Azeglio in un affresco d'epoca

Curare gli infermi è uno dei temi degli affreschi con le opere della Misericordia, custodite oggi presso la Galleria Nazionale, commissionate dal Consorzio dei Vivi e dei Morti, l'ente che gestiva allora l'ospedale.

Sullo stemma della cancellata del vecchio ospedale si leggono le cifre OM che ne ricordano il primo nome: Ospedale della Misericordia che poi cambierà in Ospedale di Sant'Ilario, dall'oratorio omonimo all'interno dell'ospedale stesso.



Figura 3,2 - Stemma sulla cancellata dell'ospedale vecchio

3.2.2 - L'ospedale a padiglioni degli anni venti

Nell'area tra la antica via Emilia e via Abbeveratoia sono dislocati i 18 padiglioni costruiti a partire dagli anni venti per ospitare le attività ospedaliere e universitarie. Ad essi si aggiungono altri quattro veri e propri presidi ospedalieri esterni: lo Stuard, l'Ugolino, il Vighi ed il Rasori.

L'ospedale a padiglioni rappresenta ormai una concezione superata. Dal punto di vista clinico-assistenziale, perchè i padiglioni sono stati progettati quando l'intervento ospedaliero richiedeva per la diagnosi e per le terapie degenze mediamente molto lunghe.

Dal punto di vista funzionale, perchè una diagnosi e una terapia specialistica integrata richiedono unitarietà di collocazione, riduzione al minimo possibile dei percorsi interni e dei trasferimenti. E' ormai necessario concentrare le tecnologie per la diagnosi (radiologie, laboratori...) e per la terapia (sale operatorie, sale interventistiche...). Per questo negli ultimi anni l'area ospedaliera è stata soggetta (e lo è tuttora) a numerosi lavori; sta nascendo un Nuovo Ospedale.

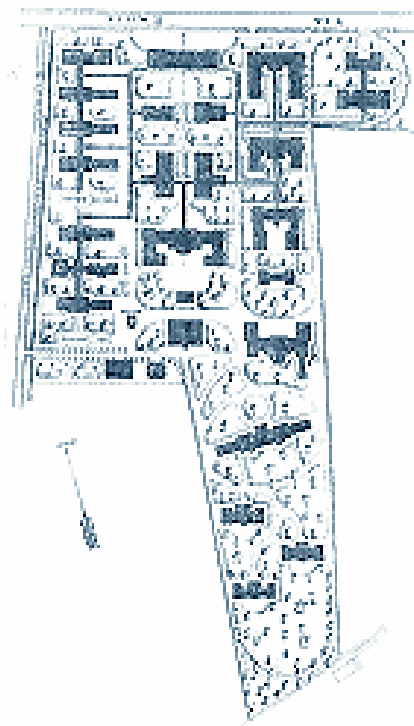


Figura 3,3 - Planimetria dell'ospedale a padiglioni

3.2.3 - L'Azienda Ospedaliera oggi

La vasta area in cui ha sede l'Azienda Ospedaliera Universitaria è delimitata a nord da via Gramsci, a ovest da via Abbeveratoia, a sud in parte da un insediamento residenziale e in parte da via Volturno, a est in parte da un insediamento residenziale e da aree verdi e ricreative e in parte da un'area di attrezzature tecnologiche; vari padiglioni a est e le strutture a sud verso via Volturno sono destinate all'Università degli Studi.

L'Azienda Ospedaliera Universitaria di Parma è un ospedale ad alta specializzazione che offre ai cittadini un quadro completo di servizi diagnostici, terapeutici e riabilitativi.

Nel contesto sanitario nazionale e regionale, è riconosciuta la sua valenza di polo di 3° livello ("hub") nella logica delle reti cliniche integrate



Figura 3,4 - Planimetria attuale dell'ospedale

secondo il modello "Hub & spoke". Questo modello organizzativo, adottato dalla Regione Emilia-Romagna con il piano sanitario 1999-2001, prevede la concentrazione della produzione di servizi sanitari ad alta specializzazione in centri di riferimento (hub = mozzo della ruota) e l'organizzazione del sistema di relazione e di invio dai centri territoriali di primo e secondo livello (spoke = raggi della ruota) dei pazienti la cui patologia richiede interventi tecnicamente ad alta complessità che, solo se eseguiti in numero significativo, permettono di assicurare qualità e sostenibilità dei costi.

Dal punto di vista strutturale, l'Azienda Ospedaliera è impegnata nella realizzazione dei dipartimenti, caratterizzati da una forte efficienza clinica, e del nuovo ospedale.

L'ospedale in cifre (dati aggiornati al 31 dicembre 2004):

- 156'046 mq di superficie occupata;
- 3'143 dipendenti;
- 315 universitari in convenzione;
- 254'799'384 euro di valore della produzione.

L'attività assistenziale (dati aggiornati al 31 dicembre 2004):

- 1'399 posti letto;
- 52'252 ricoveri totali (41'431 ordinari, 10'821 in day hospital);
- 24'899 ricoveri urgenti;
- 8'808 ricoveri di alta specialità.

3.2.4 - Il nuovo ospedale

L'Ospedale di Parma, prima struttura ospedaliera dell'Emilia-Romagna per completezza delle specialità trattate, è impegnato in un grande sforzo di integrazione delle funzioni e riunione delle attività che nel vecchio "Maggiore" di Parma erano distribuite in padiglioni diversi e in sedi esterne.

Il Nuovo Ospedale di Parma supererà, infatti, l'attuale divisione in padiglioni per realizzare un ospedale con pochi, grandi poli, tutti ubicati nell'attuale area dell'Ospedale Maggiore, che raccoglieranno ed integreranno attività vicine e complementari: una struttura più semplice e razionale, più comprensibile ed accogliente per i cittadini, più funzionale per gli operatori sanitari.

I suddetti grandi poli saranno:

- 1) Il grande Ospedale Polispecialistico: sede di tutte le funzioni a elevato contenuto tecnologico per la cura delle patologie iperacute e acute.

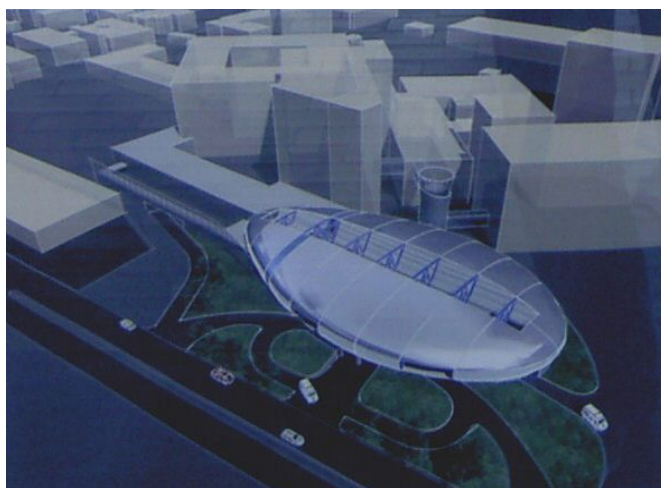


Figura 3,5 -Modello del nuovo pronto soccorso

Una grande Piastra tecnica con ambulatori, studi, servizi, locali tecnici e di supporto, congiunge i poli Chirurgico, dell'Emergenza, delle Medicine Specialistiche, Osteoarticolare e Cardiologico-Cardiochirurgico. Una Galleria dell'Accoglienza offrirà a degenti e familiari i servizi di orientamento e informazione ospedaliera, e ospiterà quelle attività che soddisfano le più comuni esigenze materiali (punti di ristoro, edicola, banca, emporio, fiorista,...) e immateriali (cappella e sala multi confessionale, sale di lettura).

- 2) L'Ospedale dei Bambini riunirà, integrate da una piastra tecnica, tutte le funzioni dedicate alla donna, alla nascita, crescita e sviluppo del bambino. Garantirà ai piccoli la vicinanza continua della madre e i necessari spazi per il gioco e lo studio.
- 3) L'Ospedale della Riabilitazione ospiterà tutte le unità operative pneumologiche e neurologiche per acuti e tutto il percorso riabilitativo.
- 4) L'Ospedale Psichiatrico darà una sede unica al Presidio Diagnosi e cura e all'assistenza psichiatrica.
- 5) Tutte le funzioni di laboratorio saranno raccolte nel nuovo Polo dei Laboratori, che consentirà l'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse e la riduzione dei tempi di risposta.
- 6) Direzione Generale e servizi di supporto resteranno nella storica sede del Padiglione Ingresso.

3.2.5 - L'Università

Fondamentale per l'Azienda Ospedaliera di Parma è la presenza della Facoltà di Medicina e Chirurgia: non a caso alcuni dei padiglioni in cui si svolgono funzioni assistenziali appartengono all'Università. Essa dispone inoltre nella stessa area di rilevanti e moderne strutture per la didattica e la ricerca. La [Facoltà di Medicina e Chirurgia](#) di Parma è presente ed opera in tutto l'ospedale ed è parte costitutiva della sua organizzazione dipartimentale.

3.3 - Lo studio acustico dell'area

Come anticipato nella premessa, per complessità, dimensioni dell'area, numero di edifici e quantità di fonti rumorose, l'Ospedale Maggiore di Parma non può essere semplicemente oggetto della tipologia "standard" di monitoraggio e schedatura, vista in precedenza. La scelta è stata quindi quella di avvalersi di un programma di simulazione del clima acustico (nello specifico si è usato CityMap) al fine di ottenere una mappatura sufficientemente accurata del rumore, utilizzando dati di ingresso ottenuti da rilevazioni sperimentali.

Nel dettaglio le fasi dello studio sono state:

- ✓ ridefinizione della planimetria di base;
- ✓ individuazione delle fonti principali di rumore: il traffico stradale interno all'area, il traffico stradale esterno circostante e i decolli e gli atterraggi nell'eliosuperficie interna;

- ✓ esecuzione di una campagna di misurazioni fonometriche in continuo atte a determinare l'immissione sonora in determinate posizioni;
- ✓ caratterizzazione in termini di traffico delle principali arterie esterne e delle principali vie interne sulla base dei dati di rumore raccolti con le misurazioni e delle restanti strade esterne e interne sulla base della modellizzazione del traffico di Parma, di osservazioni e di altri dati generici;
- ✓ modellizzazione dell'inquinamento acustico emesso dall'elicottero sulla base dei dati raccolti tramite le misurazioni, della frequenza, della traiettoria e delle altezze di volo;
- ✓ mappatura isolivello del rumore ambientale considerando gli effetti di schermatura e diffrazione degli edifici e trascurando invece la riflessione;
- ✓ illustrazione delle criticità emerse e proposta di interventi per la bonifica acustica.

3.3.1 - Finalità

Così come per tutte le altre strutture monitorate, lo scopo principale del lavoro effettuato sull'ospedale è di verificare il rispetto dei limiti di immissione sonora stabiliti dalla Zonizzazione Acustica Comunale e dal decreto strade e, in caso di superamento di questi e qualora la fonte principale di rumore sia una infrastruttura stradale, il rispetto dei limiti interni stabiliti dallo stesso decreto strade.

Altrettanto importante è però l'approfondimento di alcune problematiche specifiche tra cui soprattutto l'eccessivo traffico veicolare interno e l'ubicazione dell'eliporto.

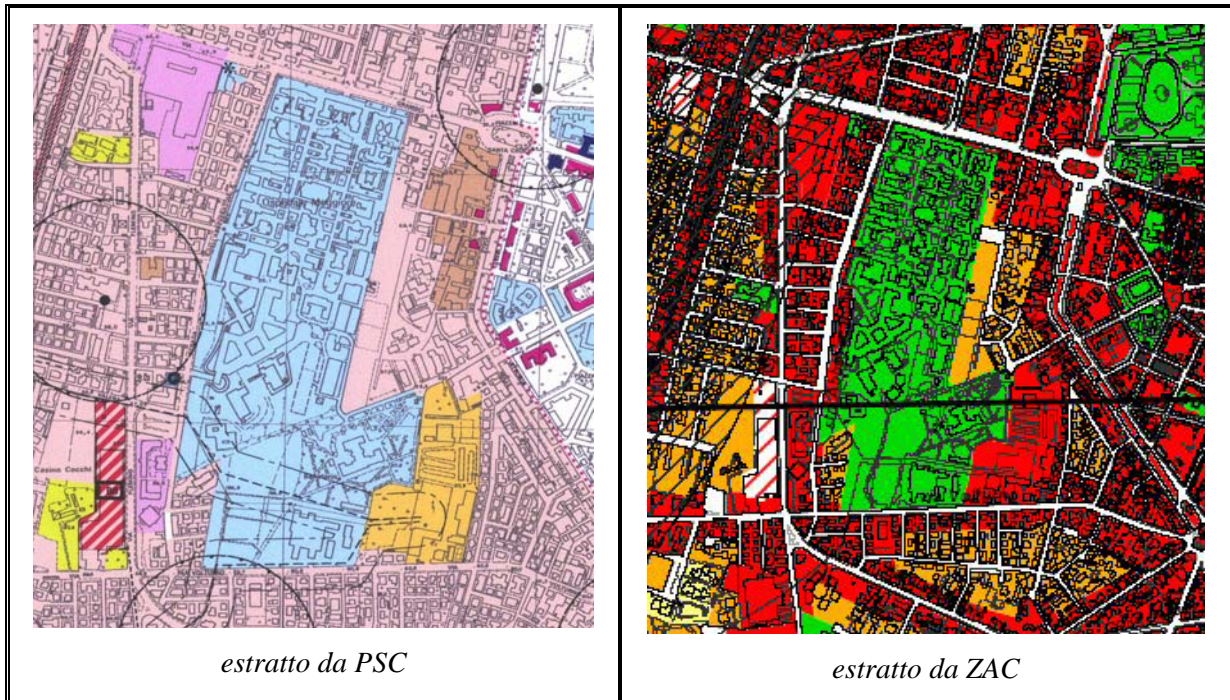
Per quanto riguarda il traffico veicolare interno, attualmente l'accesso all'area ospedaliera è abbastanza libero e questo costituisce un'ulteriore fonte rumorosa, importante soprattutto in quelle zone interne più schermate dal rumore esterno. L'obiettivo è di risalire, tramite delle misurazioni in continuo del rumore e delle osservazioni, al numero di veicoli circolanti quotidianamente nell'area ospedaliera e alla distribuzione dei flussi di traffico al fine di fornire dei dati concreti sull'incidenza del rumore da circolazione interna per eventuali future regimentazioni dell'accesso.

Altra questione discussa è la posizione dell'eliporto; l'obiettivo in questo caso è determinare il rumore giornaliero medio prodotto da atterraggi e decolli, individuare la sua incidenza sul clima acustico dell'ospedale e valutare teoricamente l'opportunità di un trasferimento in altra zona o quantomeno di un dirottamento dei voli ordinari.

3.3.2 - I limiti di rumore stabiliti dalla normativa

L'area dell'Ospedale Maggiore è classificata come classe 1 dalla ZAC e quindi i limiti di immissione sonora sono per il periodo diurno di 50 dB(A) e per quello notturno di 40 dB(A); per le zone dell'area ospedaliera comprese in fasce di pertinenza stradali vale il decreto strade che però per gli ospedali fissa gli stessi valori di rumore suddetti. Inoltre il decreto strade, qualora i valori limite non siano tecnicamente conseguibili ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere

ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, stabilisce il rispetto del solo limite notturno interno agli edifici pari a 35 dB(A).



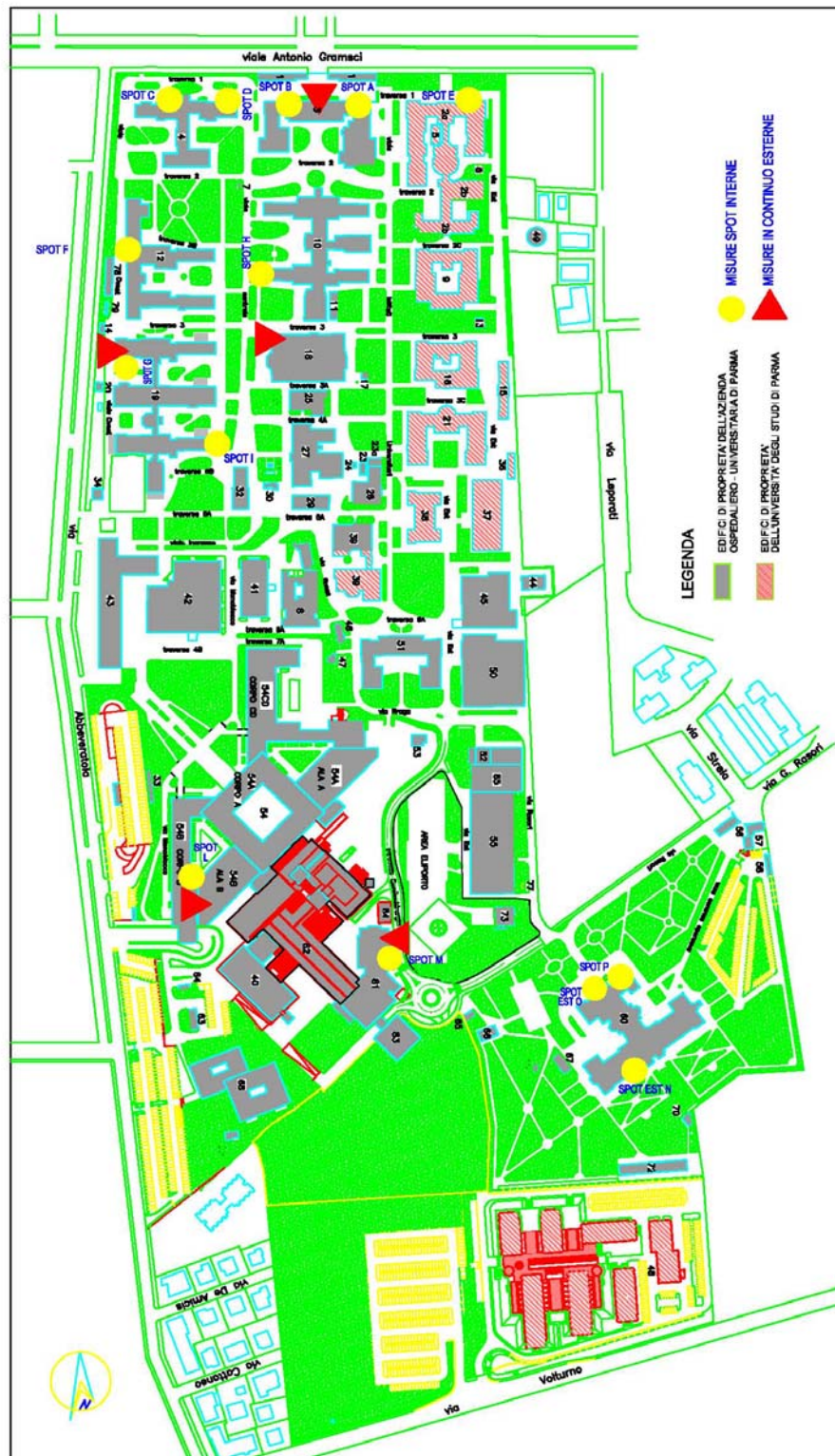
3.3.3 - Le misurazioni eseguite

La prima fase dello studio è stata l'elaborazione e l'esecuzione del progetto di monitoraggio in cui sono stati stabiliti quantità, tipologia e posizione delle misurazioni acustiche necessarie per conseguire la base dati con cui tarare la simulazione. Il monitoraggio si articola in 3 lotti di misurazioni ossia:

- La misurazione dell'inquinamento acustico dovuto al traffico stradale lungo i lati nord (via Gramsci) e ovest (via Abbeveratoia) attraverso delle misure esterne in continuo di 24 ore effettuate dal fronte stradale di padiglioni esterni; il fine di tali misurazioni è di rilevare i dati necessari per calibrare il traffico stradale e la relativa emissione sonora delle due suddette strade che delimitano l'area ospedaliera;
- La misurazione dell'inquinamento acustico dovuto alla circolazione stradale interna lungo il viale centrale dell'ospedale (una delle vie interne più trafficate) attraverso una misura esterna in continuo di 24 ore effettuata da un padiglione prospiciente; il fine di tale misura è di rilevare i dati necessari per calibrare il traffico stradale e la relativa emissione sonora del viale centrale e, in seconda istanza, di ipotizzare una distribuzione del flusso di traffico e della relativa emissione su tutto il reticolo viario interno;
- La misurazione dell'inquinamento acustico dovuto alla presenza dell'eliporto (e quindi all'atterraggio e al decollo di elicotteri) attraverso una misura esterna in continuo di 24 ore effettuata da un edificio prospiciente; il fine di tale misura è di rilevare i dati da cui estrapolare il rumore imputabile unicamente agli elicotteri con cui tarare poi il modello delle traiettorie di atterraggio e decollo.

Inoltre ogni misura in continuo è stata completata con alcune misure spot interne per determinare anche il clima acustico nelle strutture e il relativo abbattimento sonoro.

Di seguito è riportata dapprima la planimetria dell'area ospedaliera, con l'indicazione delle misurazioni effettuate distinte per tipologia; Nell'allegato C sono riportati i risultati delle misurazioni esterne, ciascuna seguita anche dai dati ottenuti dalle relative misurazioni interne agli edifici:



3.3.4 - Il software CityMap

Nelle parti seguenti si parlerà frequentemente del software CityMap di cui è quindi doverosa una breve descrizione rimandando poi in appendice per una trattazione più approfondita.

Il programma CityMap è un codice di calcolo per la propagazione del rumore nell'ambiente urbano; consente di effettuare la mappatura del livello sonoro ponderato "A" (facendo impiego di un algoritmo molto semplice) sul territorio di un centro abitato, a partire dai dati di traffico stradale e ferroviario e dell'emissione sonora di sorgenti concentrate. In pratica consente lo studio planimetrico della propagazione del rumore su vasta scala.

CityMap fornisce il supporto previsionale alla realizzazione della mappatura acustica di un intero centro abitato ed il suo impiego è prevedibile a supporto delle attività di zonizzazione acustica del territorio onde disporre in tempi ragionevoli di una "mappa del rumore" da porre a confronto con la "mappa dei limiti" e poter così individuare rapidamente le aree in cui si ha eccedenza rispetto ai limiti stessi.

Il software considera in maniera approssimata l'effetto di schermatura da parte degli edifici, le riflessioni multiple fra le facciate contrapposte ed in generale gli effetti legati alle ipotesi dell'acustica geometrica. Fornisce i valori di livello sonoro in dB(A), non esegue calcoli in bande d'ottava.

Si parte da un disegno AutoCad, che viene esportato in un file .DXF. Nel disegno Autocad si definisce la geometria delle sorgenti sonore (strade, ferrovie). Affinché il disegno Autocad risulti leggibile da CityMap, è necessario che siano state rispettate alcune semplici regole sulla scelta delle entità e dei layer. CityMap consente poi di associare a ciascuna sorgente sonora (strada, ferrovia o sorgente concentrata) gli opportuni dati necessari a descriverne l'emissione sonora (dati di traffico, potenza sonora). L'emissione dei singoli tipi di veicoli viene assegnata grazie ad un data-base di SEL (single Event Level) ottenuti da misure di singoli passaggi di veicoli, eseguite nell'ambito del progetto DISIA. Va notato che i dati di emissione comprendono anche l'effetto della velocità dei veicoli, del tipo di pavimentazione e della pendenza della strada o ferrovia. Una volta terminata l'assegnazione dei dati di input, si può eseguire il calcolo semplificato grazie all'opportuna opzione. Al termine del calcolo semplificato viene visualizzata una mappatura a colori a bassa risoluzione, ma contemporaneamente è stato creato un file .grd contenente le stesse informazioni. Da tale file è agevole ottenere rappresentazioni grafiche di alta qualità, quali mappature isolivello a colori, grazie al software dedicato Surfer. Tramite esso è infine possibile risovrapporre la mappatura acustica al disegno AutoCad originale, ed esportare il tutto.

3.3.5 - La stima dei flussi di traffico

3.3.5.1 - Le strade esterne circostanti

Con i dati ottenuti dalle tre misurazioni in continuo sul fronte esterno dell'area sono stati stimati i rispettivi flussi veicolari diurni e notturni di via Gramsci e di via Abbeveratoia (divisa in un tratto nord e in un tratto sud; infatti per questa strada si è scelto di realizzare due misure siccome costeggia l'area

ospedaliera per un lungo tratto), flussi necessari per la simulazione con CityMap. Nel dettaglio si è usato il seguente procedimento iterativo. Si è considerato il tratto stradale relativo a una delle misurazioni esterne e si è considerata ad esempio la fascia diurna (per quella notturna il tutto è analogo); tramite CityMap è stato assegnato al tratto un primo valore del numero di veicoli passanti (per semplicità di un'unica categoria e con una classe di velocità possibilmente realistica) e si è calcolato il livello equivalente in corrispondenza del punto di misurazione. A questo punto si è fatto variare il dato di traffico ipotizzato (procedimento per tentativi) finché non si è avuta la perfetta congruenza fra il livello equivalente calcolato con il programma e il livello equivalente misurato nella realtà. Quando l'uguaglianza risulta verificata, allora il dato di traffico inserito è coerente con la misurazione cioè è proprio il traffico reale (o perlomeno è realistico). Un accorgimento usato è stato poi di riverificare il livello equivalente nel punto di misura una volta inseriti i dati di traffico per le altre arterie (esterne e interne) che, anche se in misura minore (perché se esterne sono lontane, se interne hanno bassi valori di traffico), a volte incidono sul livello sonoro calcolato; nel caso di aumento del livello sonoro calcolato basta semplicemente diminuire il traffico nell'arteria esterna relativa (che evidentemente era stato un po' sovrastimato) così da avere di nuovo l'uguaglianza fra valore calcolato e valore misurato.

Le altre strade (oltre via Gramsci e via Abbeveratoia) del reticolo viario esterno intorno all'area ospedaliera ai fini dello studio in questione risultano di modesta importanza in quanto sono sede di scarso traffico (ad esempio via Leporati, via De Amicis, via Cattaneo,...) oppure sono piuttosto distanti dai padiglioni ospedalieri (ad esempio via Volturno); per tutte queste strade sono stati utilizzati i dati di traffico diurno e notturno della mappa del rumore di Parma prodotta nel 2004 (al fine di predisporre il Piano di Risanamento Acustico del Comune) sulla base della rete dei flussi stradali aggiornata da Systematica (società incaricata di modellizzare il traffico della città) nel 2003 tramite il software TRIPS.

3.3.5.2 - *Le strade interne*

Questa fase dello studio condotto sull'ospedale Maggiore ha riguardato la stima dei flussi di traffico diurni e notturni interni all'area ospedaliera, flussi necessari per la simulazione con CityMap.

Purtroppo non esistono studi della mobilità interna e neppure dati certificati sul numero di accessi all'area ospedaliera. La stima della circolazione interna è quindi basata sulle seguenti informazioni:

- Il numero di passaggi di veicoli lungo il viale centrale e lungo lo stradello di cardiocirurgia (sotto la torre delle medicine) sono stati ricavati mediante CityMap, con procedimento iterativo, sulla base delle misurazioni in continuo effettuate e analogamente a come spiegato in precedenza;
- La consultazione del "Piano spostamento casa-lavoro dei dipendenti ospedalieri" (Infomobility) condotto nel novembre 2003 che fornisce qualche dato interessante ottenuto

tramite la compilazione di questionari da parte dei dipendenti (riconsegnato il 40 % dei questionari):

- 3150 dipendenti di cui il 73 % (quindi 2300) residenti a Parma città e il 27% (quindi 850) residenti in altri comuni;
 - usa l'auto come conducente il 38,9 % dei dipendenti residenti a Parma (quindi 895) e il 90 % dei dipendenti residenti altrove (quindi 765), in totale usano l'auto come conducente in 1660;
 - i flussi maggiori in entrata si registrano dalle 7:15 alle 8, invece in uscita dalle 14:30 alle 15;
 - intorno all'area ospedaliera esistono 1865 stalli di cui 530 interni per i dipendenti.
- La registrazione dei passaggi di veicoli lungo le arterie interne più importanti per pochi minuti ciascuna:

OSSERVAZIONE	INTERVALLO	N°AUTOVETT.	N°MOTOCICLI	N° 2 ASSI
viale Centrale (fronte chiesa)	13:24 / 13:29	30	2	2
viale Ist. Univ. (fronte pad. 38)	13:31 / 13:36	20	0	1
via Braga (dietro pad. 51)	13:49 / 13:54	15	0	10
via Monoblocco (corpo CD)	13:58 / 14:03	13	1	1

- L'osservazione del traffico, lungo tutto il reticolo viario e in fasce orarie diverse durante i giorni di presenza nell'area per le varie misurazioni, tramite cui si sono individuate le arterie più trafficate e quelle invece più periferiche, i parcheggi più usati e i sensi unici, i percorsi degli autobus e le vie obbligate,...;
- Le informazioni pratiche, basate sull'esperienza, avute nella portineria di via Abbeveratoia:
- nella fascia diurna entrano quotidianamente nell'area ospedaliera circa 4000 veicoli;
 - nella fascia notturna entrano quotidianamente nell'area ospedaliera circa 200 veicoli (quindi il 5 % del numero di veicoli diurno);
 - suddividendo il numero di ingressi per fasce orarie si ha un 70 % di ingressi dalle 7 alle 15, un 25 % di ingressi nella fascia pomeridiana-serale e infine il 5 % restante di ingressi è nella fascia notturna;
 - l'accesso di via Abbeveratoia costituisce l'ingresso-uscita veicolare principale dell'ospedale, infatti l'accesso di via Rasori è ingresso riservato solo a categorie speciali di veicoli come gli autobus di linea, per le altre categorie è solo uscita.

Alla base della valutazione dei flussi si è scelto di non lavorare per nodi, cioè non è necessariamente verificata la corrispondenza fra ingressi e uscite da ogni incrocio; questa scelta fondamentale perchè la corrispondenza richiederebbe uno studio molto accurato dei comportamenti dei veicoli divisi per direzioni di marcia, considerando altresì la possibilità di parcheggio che è praticamente ovunque e

la possibilità di scelte di guida illogiche dovute alla ricerca dello stallo libero o alla non conoscenza precisa del luogo. Invece CityMap richiede per ogni tratto stradale solo il numero di passaggi di veicoli (senza la suddivisione per senso di marcia) e quindi un lavoro molto accurato, rispettoso al 100 % della corrispondenza nodale, avrebbe implicato una complessità e un tempo non giustificabili da un grado di precisione appena superiore che avrebbe fornito variazioni minime nei risultati delle emissioni acustiche; variazioni comunque ampiamente coperte dall'incertezza propria di tutta la modellazione e dall'incertezza sui dati di partenza.

Nel dettaglio nel periodo diurno si è stimato un numero equivalente di autovetture in ingresso (pari al numero in uscita) di classe C1 (velocità compresa tra 0 e 30 km/h) pari a 6000. La differenza rispetto ai 4000 veicoli reali suggeriti dalla portineria è spiegata dalla scelta di introdurre nella rete di traffico solo autovetture, quindi il numero di motocicli, camion, bus, ambulanze,... è stato convertito in un numero di autovetture equivalente come emissione sonora (ad esempio un motociclo C1 equivale a 3 autovetture C1, un camion a due assi C1 equivale a 20 autovetture C1,...). Inoltre la successiva simulazione con CityMap non considera, ad esempio, le emissioni sonore dovute ai parcheggi (manovre, apertura e chiusura di portiere,...) o ai colpi di clacson e quindi il rumore reale è superiore e quello prodotto esclusivamente dal transito. Per il periodo notturno sono stati semplicemente assegnati ad ogni tratto stradale il 5 % di passaggi rispetto ai corrispondenti valori diurni.

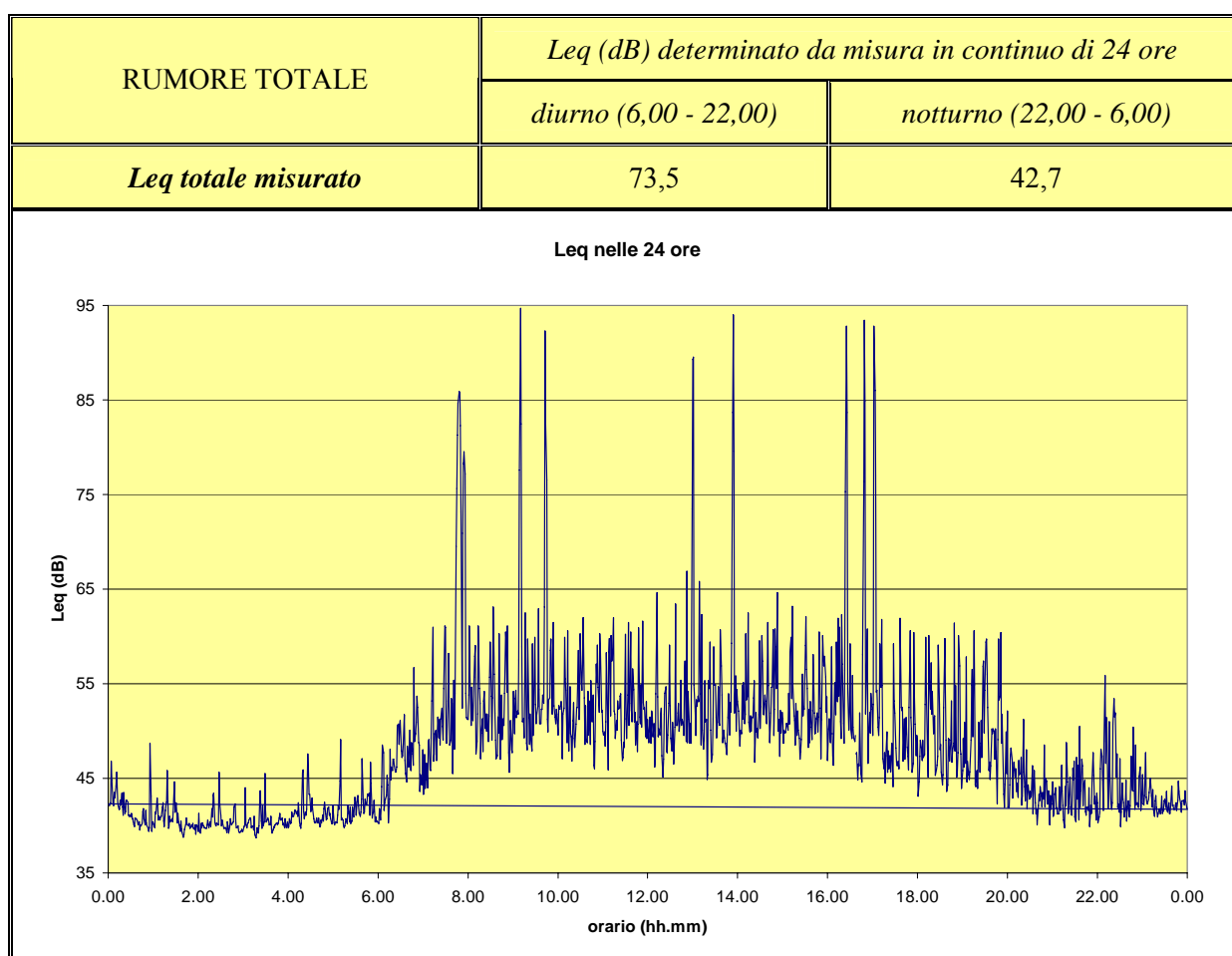
I valori di traffico stimati per ogni via, sebbene non siano adeguatamente supportati da dati, hanno una precisione sufficiente relativamente allo studio acustico in questione in quanto la variazione dell'emissione sonora prodotta da un raddoppio/dimezzamento di tali flussi, nell'ipotesi che non ci fossero altre sorgenti di rumore (in realtà invece ci sono le strade esterne e i voli dell'elicottero), sarebbe di 3 dB; quindi, considerando anche l'esistenza delle altre sorgenti, è sicuramente compatibile con il grado di precisione dello studio che si stima pari a 1÷2 dB.

3.3.6 - Modellizzazione del rumore dell'elicottero

Per quanto riguarda l'eliosuperficie o eliporto sono state innanzitutto inserite le traiettorie di atterraggio e di decollo seguite dagli elicotteri sulla base delle informazioni e delle altitudini fornite da un pilota dell'elisoccorso. Le traiettorie sono state inserite in CityMap come strade (inserendo però le quote di volo), essendo il rumore prodotto dall'elicottero approssimativamente omnidirezionale e quindi assimilabile ai fini della modellizzazione acustica a quello di una vettura. Annualmente dall'eliporto dell'ospedale partono e arrivano mediamente un migliaio di voli (nel 2005 ad esempio ci sono stati 808 interventi a cui vanno sommati almeno una cinquantina di voli di addestramento e prova) quasi esclusivamente nel periodo diurno e con una media giornaliera superiore in estate (infatti in estate le richieste di intervento sono maggiori, non ci sono giornate di nebbia che impediscono i voli e l'elisoccorso è attivo in una fascia oraria più lunga); in conclusione la misurazione effettuata che presenta 8 picchi diurni corrispondenti a 4 eventi (cioè 4 atterraggi + 4 decolli) diurni è quindi rappresentativa di un giorno medio. A questo punto il rumore registrato nella misurazione in continuo

è stato scorporato in rumore imputabile esclusivamente all'elicottero (rumore solo diurno) e in rumore residuo (dovuto al traffico stradale dello stradello di cardiocirurgia); nel diagramma dell'andamento del livello equivalente minuto per minuto lungo le 24 ore è stato facile evidenziare gli eventi di atterraggio e decollo (4 eventi o voli tutti diurni in totale, il che significa 4 atterraggi e 4 decolli), essendo dei picchi nettamente superiori al resto della registrazione, e calcolare quindi il Leq relativo al solo rumore dell'elicottero. Il Leq dovuto esclusivamente all'elicottero è stato quindi assegnato alla traiettoria (strada) inserita in CityMap. Il rumore residuo (che in aggiunta al rumore del solo elicottero permette al livello sonoro calcolato nel punto di misurazione dell'eliporto di raggiungere il livello sonoro misurato) è quello dovuto al traffico dello stradello di cardiocirurgia; è quindi anch'esso facilmente determinabile e viene poi assegnato allo stradello.

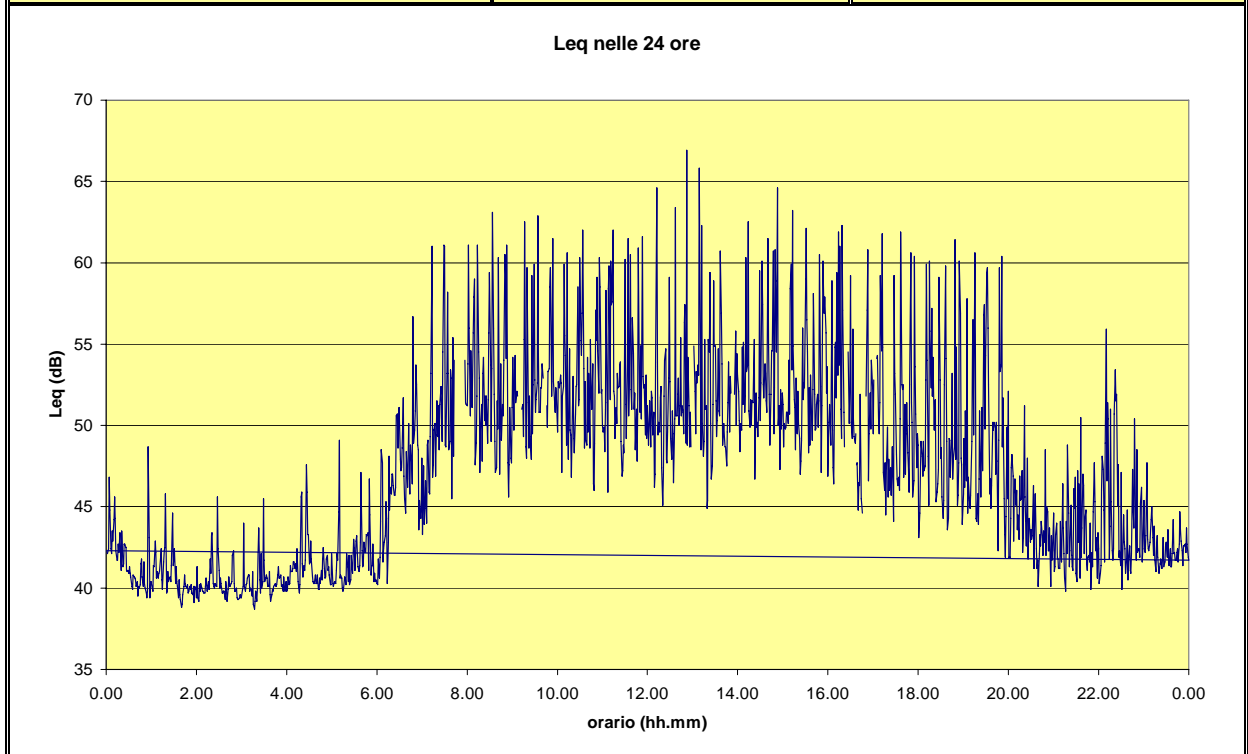
Sono di seguito riportati i dati di rumore per le tre situazioni citate cioè la situazione base di rumore misurato (totale) e le due situazioni di rumore calcolate distinguendo i contributi delle due sorgenti sonore; ogni situazione è accompagnata dal relativo grafico dell'andamento del Leq in funzione del tempo:



RUMORE SOLO ELICOTTERO	<i>Leq (dB) scorporato da misura in continuo di 24 ore</i>	
	<i>diurno (6,00 - 22,00)</i>	<i>notturno (22,00 - 6,00)</i>
<i>Leq del solo elicottero</i>	73,4	0,0



RUMORE RESIDUO (SOLO TRAFFICO)	<i>Leq (dB) scorporato da misura in continuo di 24 ore</i>	
	<i>diurno (6,00 - 22,00)</i>	<i>notturno (22,00 - 6,00)</i>
<i>Leq residuo (solo traffico)</i>	54,2	42,7



3.3.7 - La simulazione acustica

Questa fase dello studio è quella che riguarda direttamente la simulazione acustica eseguita con il software CityMap.

Preliminarmente è stata svolta una campagna di rilevazione delle altezze di gronda di tutti gli edifici importanti per la simulazione (quindi i padiglioni ospedalieri, le strutture universitarie, le costruzioni di servizio e infine le case e i condomini esterni che in qualche modo potrebbero influire sul clima acustico interno); le altezze sono state rilevate quando possibile per misurazione diretta (con cordella metrica di 25 m, stadia di 6 m e metro), altrimenti indirettamente per valutazione del numero di piani.

Una volta importata in CityMap la base cartografica vettorializzata (in formato dxf), contenente le altezze di gronda di tutti gli edifici, e inseriti i dati di rumore diurni e notturni per tutti i 152 tratti viari interni e esterni all'area (compresa la traiettoria dell'elicottero), si è creato un file .cmp contenente le entità geometriche, i dati di traffico e i valori di immissione sonora corrispondenti. A questo punto si è dato il via alla simulazione cioè si è operato il calcolo della mappatura isolivello in ciascuna delle due fasce orarie (diurna e notturna) specificando le dimensioni della griglia di calcolo (si è scelta una griglia 300x200 che presenta quindi 60'000 nodi di calcolo). CityMap produce una mappatura a colori che va intesa in termini puramente qualitativi (un feedback sul corretto funzionamento del programma); per la produzione di un elaborato grafico di qualità si è usato il programma Surfer, infatti CityMap crea un file .grd contenente le coordinate planimetriche x e y e la "coordinata acustica" Leq per ogni punto della griglia di calcolo. In Surfer i risultati della simulazione contenuti nel grd sono stati sovrapposti alla planimetria di base dell'area ospedaliera ottenendo una mappa acustica tramite curve isolivello tracciate per interpolazione dei valori derivanti dal calcolo.

Sono di seguito riportate le mappe dei rumori diurna e notturna campite graficamente attraverso una ampia gamma di colori, dai verdi per le fasce con Leq al di sotto del limite di normativa ai gialli, rossi, viola e blu (in ordine crescente di dB) per le fasce con Leq oltre il limite.

Sono inoltre riportate anche le relative mappe dei superamenti diurni e notturni dove per ogni coordinata (x,y) è rappresentata la differenza rispetto ai limiti sonori pari a 50 dB(A) per il periodo diurno e a 40 dB(A) per il periodo notturno; l'entità del superamento è resa punto per punto dal colore usato, dai verdi per le zone con Leq entro il limite, ai gialli, rossi, viole e blu (in ordine crescente di dB) per le zone con Leq eccessivi.

E' stata poi calcolata una mappatura diurna con traffico interno dimezzato in modo da stabilire l'incidenza di quest'ultimo sul clima acustico ospedaliero; per quanto riguarda il periodo notturno invece il traffico interno è minimo e quindi non si è ritenuto necessario condurre un confronto analogo a quello diurno.

Infine, è stata anche inserita una mappatura diurna escludendo il rumore dovuto ai voli degli elicotteri per evidenziare l'incidenza di tale fonte sonora.

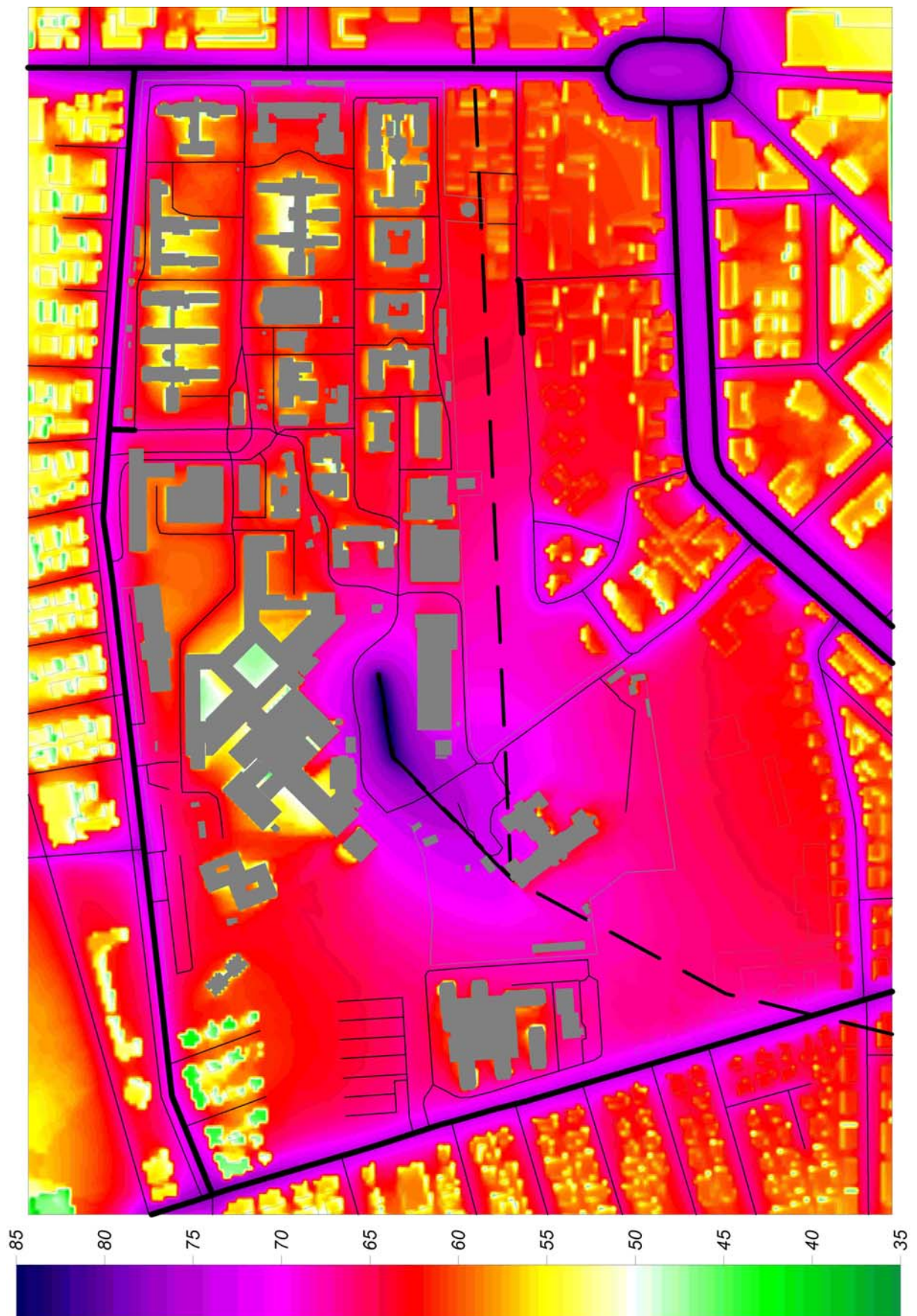


Figura 3,7: mappa del rumore diurno (Leq in dB(A))

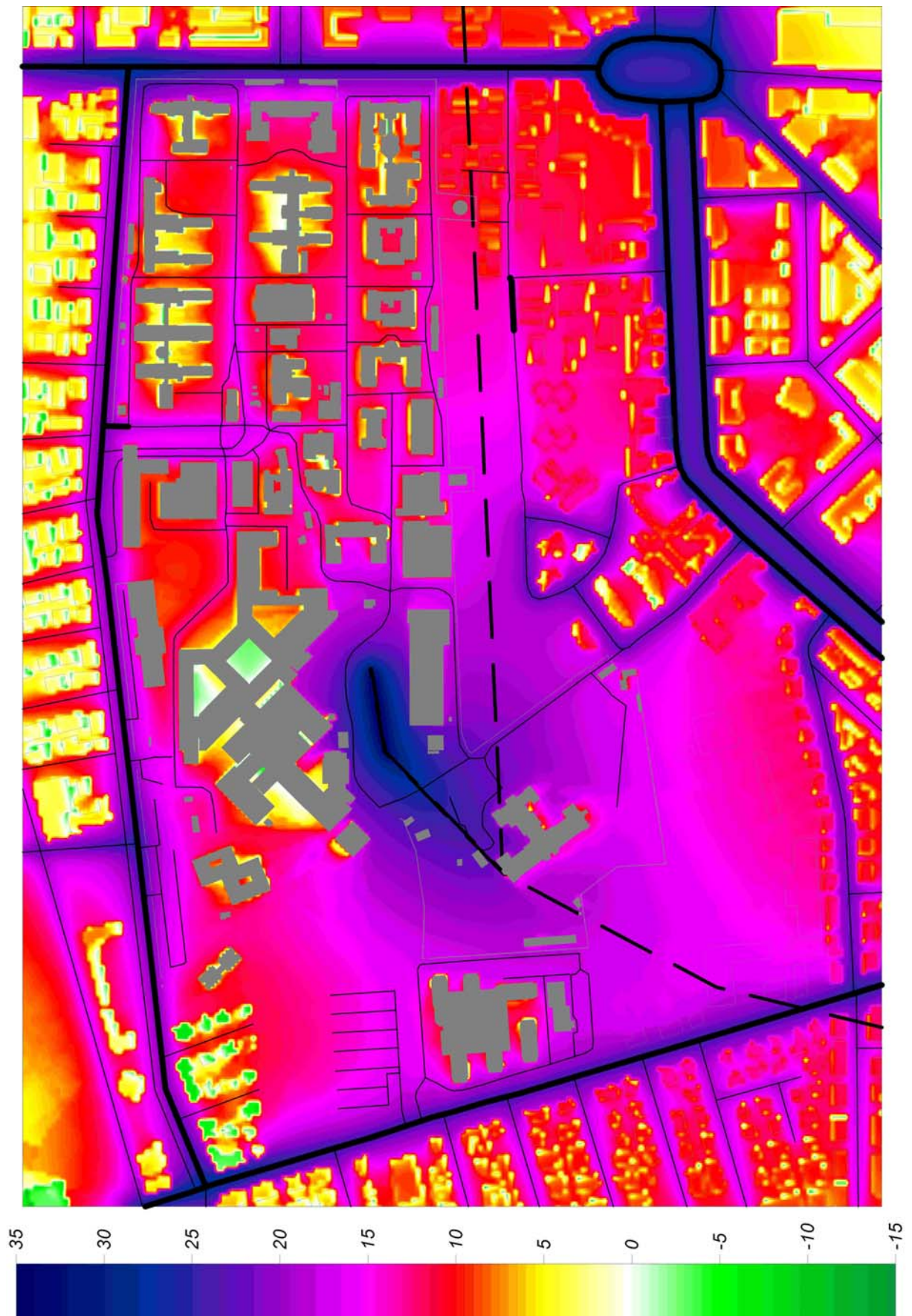


Figura 3,8: mappa dei superamenti diurni (Leq in dB(A))

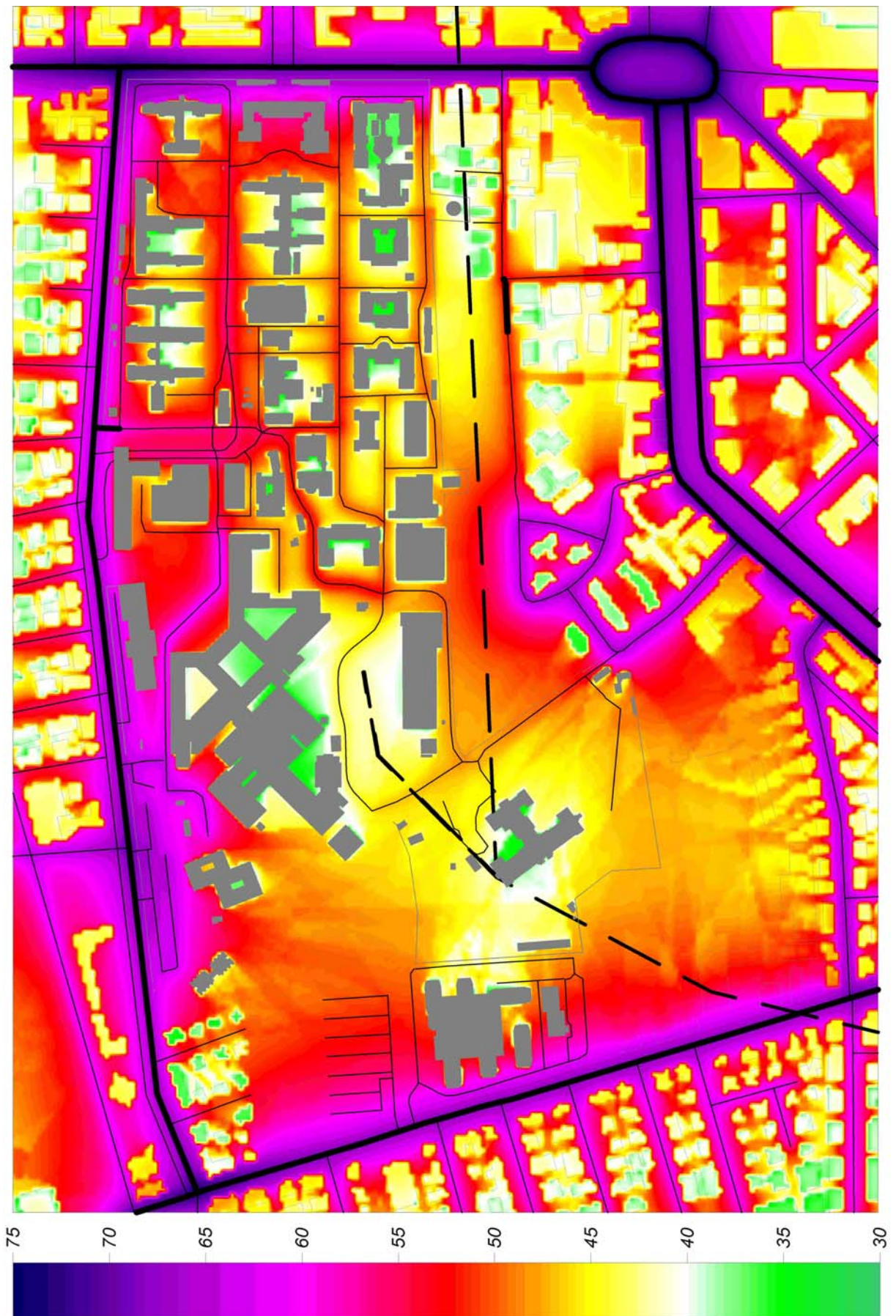


Figura 3,9: mappa del rumore notturno (L_{eq} in dB(A))

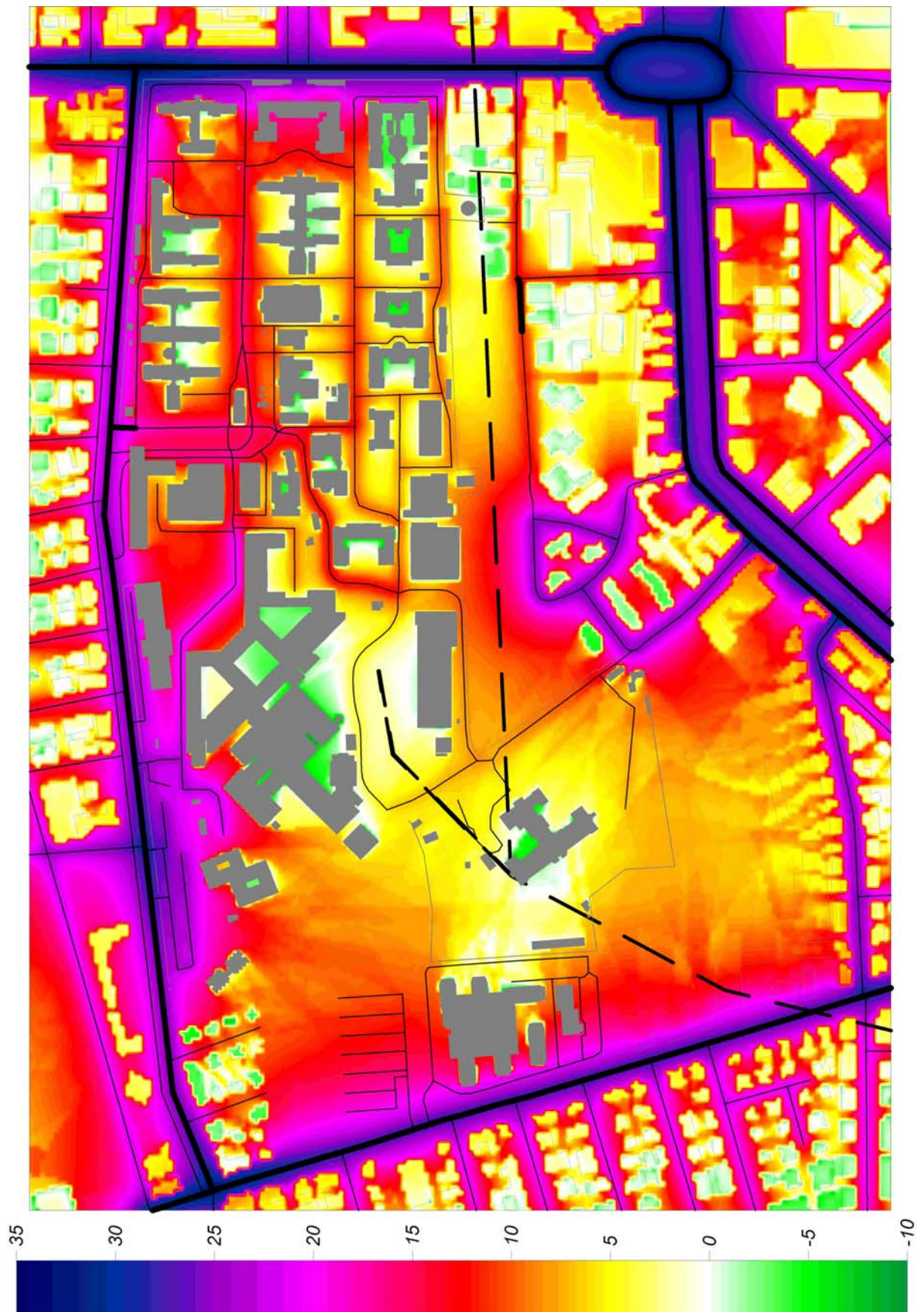


Figura 3,10: mappa dei superamenti notturni (Leq in dB(A))

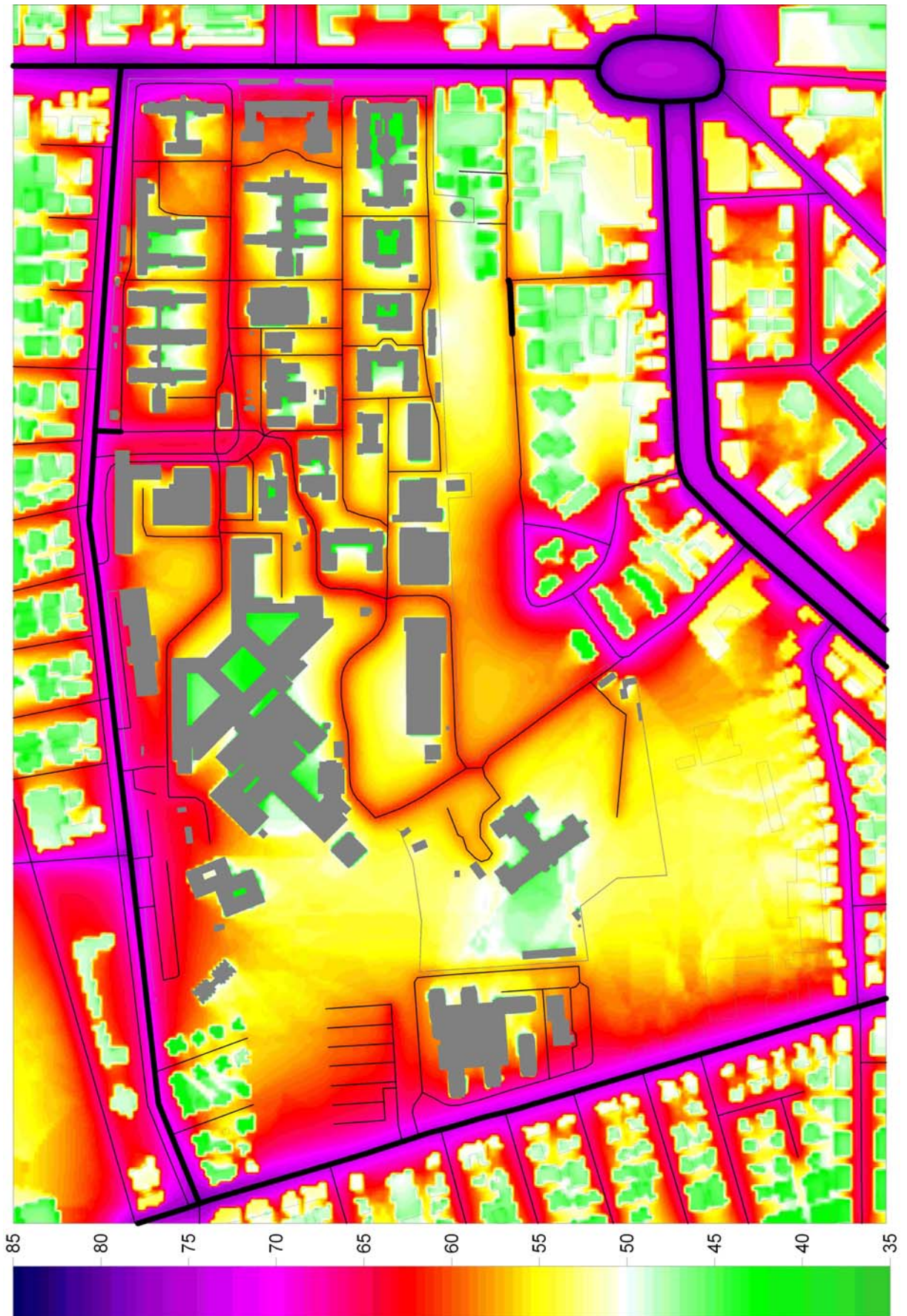


Figura 3,11: mappa del rumore diurno nell'ipotesi di assenza dell'eliporto (Leq in dB(A))

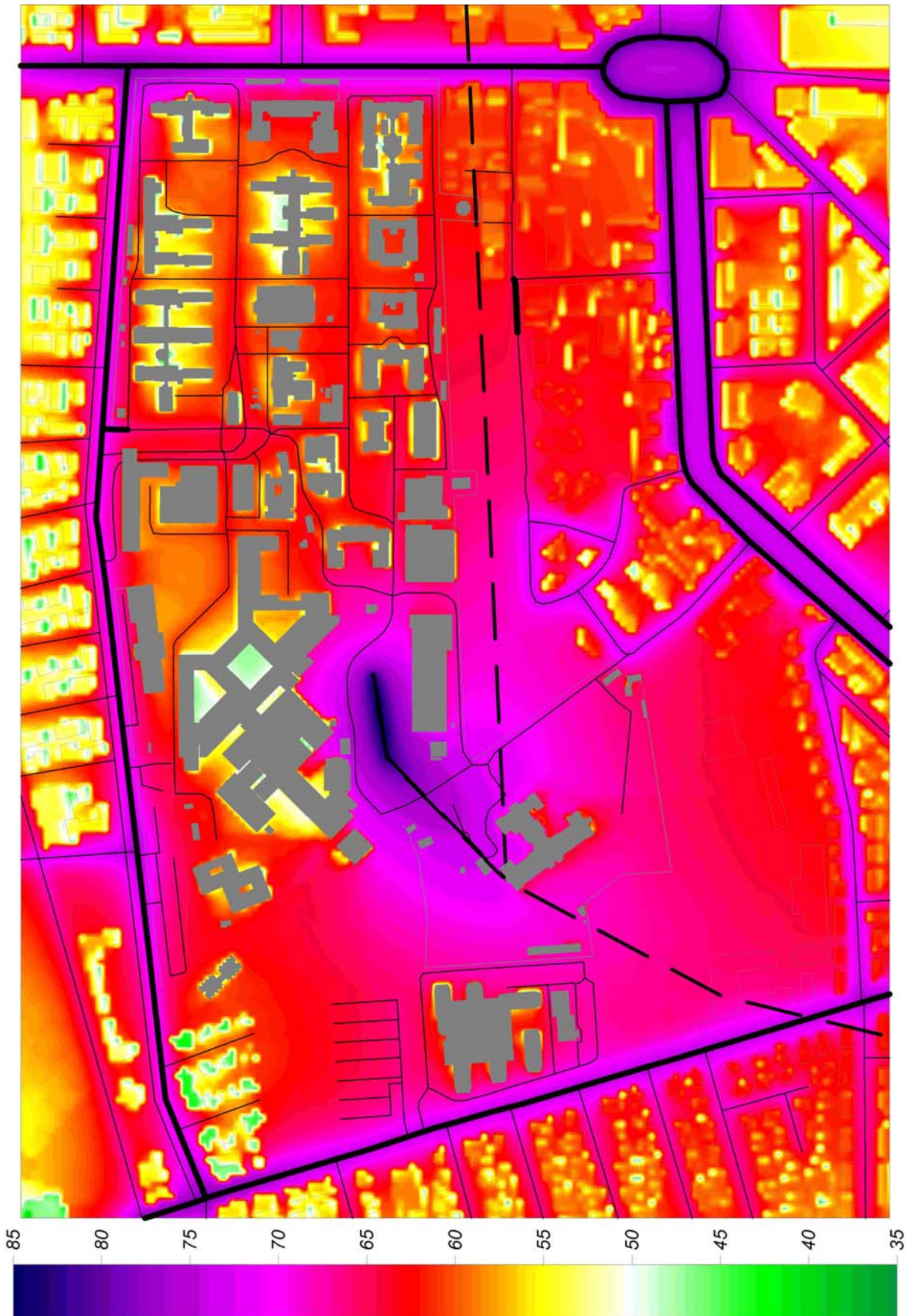


Figura 3,12: mappa del rumore diurno nell'ipotesi di dimezzamento del traffico interno (Leq in dB(A))

3.4 – Valutazione complessiva del rumore nell’area dell’Ospedale Maggiore di Parma

3.4.1 - La situazione diurna

Dalla lettura delle mappe del rumore diurno e dei superamenti diurni si nota innanzitutto come praticamente tutta l’area ospedaliera sia oltre il limite diurno di L_{eq} pari a 50 dB(A). La grande maggioranza dell’ospedale presenta livelli sonori tra i 60 e i 70 dB(A), è evidente poi il picco di rumore nella zona circostante all’elisuperficie (dai 70 agli 80 ÷ 85 dB(A)) e delle piccole zone sparse, in adiacenza a qualche padiglione che funge da schermo, con livelli attorno al limite; in conclusione il superamento medio (pesato) è tra i 15 e i 20 dB(A).

Come già citato, un aspetto importante è il forte disturbo acustico causato dalla presenza dell’elisuperficie: il rumore prodotto dagli elicotteri nelle fasi di atterraggio e di decollo rende l’eliporto la zona più acusticamente inquinata dell’ospedale con livelli sonori anche dell’ordine degli 80 dB(A) (cioè 30 dB(A) di superamento) per lo più proprio nelle vicinanze di importanti strutture come la torre delle medicine, il monoblocco e il Rasori. Si noti come i livelli maggiori si abbiano proprio sull’eliporto, ma livelli alti si registrano anche lungo le traiettorie dell’elicottero, almeno finché la quota di volo non raggiunge il centinaio di metri.

Altro aspetto da non sottovalutare è l’incidenza del traffico interno che nel periodo diurno costituisce anch’esso una fonte importante di rumore, come approfondito nel seguito.

3.4.2 - La situazione notturna

Dalla lettura delle mappe del rumore notturno e dei superamenti notturni si ricava come la situazione notturna sia migliore rispetto a quella diurna anche se comunque un 80 ÷ 90 % dell’area ospedaliera presenta livelli sonori oltre il limite di 40 dB(A). Nelle zone adiacenti a via Gramsci e a via Abbeveratoia e nella zona del pronto soccorso (dove anche di notte si ha passaggio di ambulanze) si registrano superamenti dell’ordine dei 20 dB(A), nelle fasce prossime alle maggiori vie interne (il traffico interno notturno è comunque minimo) si registrano superamenti di 10 ÷ 15 dB(A), nella grande maggioranza dell’area il superamento è dell’ordine dei 5 dB(A) e infine nella zona dell’eliporto (di notte non ci sono voli), dietro il Rasori e in certe zone attigue agli edifici (e schermate da essi stessi) si hanno livelli sonori attorno al limite di 40 dB(A) e quindi approssimativamente a norma.

Si registra un superamento medio pesato dell’ordine dei 10 dB(A), quindi quasi la metà rispetto al superamento diurno.

Per quanto riguarda la situazione notturna sono importanti anche i valori del L_{eq} interno agli edifici ricavati rielaborando le misure spot interne riportate al paragrafo 3.3.3; si registra un diffuso superamento del limite notturno interno di 35 dB(A), stabilito dal decreto strade per gli ospedali, nei fronti verso via Gramsci e verso via Abbeveratoia (nel lato nord-ovest, infatti nel lato sud-ovest gli

edifici sono più distanti dalla via e in generale i serramenti sono migliori), mentre invece sono a norma gli edifici interni all'area compresi quelli che si affacciano sull'elisuperficie (di notte non ci sono voli).

3.4.3 - L'incidenza delle sorgenti interne all'area

Le ultime mappe 3,10 e 3,11 mostrano la situazione diurna (la più gravosa come visto) rispettivamente nei casi di assenza dell'eliporto (e quindi del rumore dovuto a atterraggi e decolli) e di assenza del traffico interno in modo da stabilire l'incidenza che queste fonti hanno sul clima acustico ospedaliero.

3.4.3.1 - L'eliporto

Dal confronto fra le mappe del rumore diurno delle figure 3,6 e 3,10 (rispettivamente con e senza il rumore dovuto all'eliporto) si nota subito una netta differenza: infatti, tranne le fasce esterne dell'area che confinano con via Gramsci e via Abbeveratoia che hanno livelli sonori pressoché invariati, tutta l'area restante presenta un livello sonoro decisamente inferiore. Si hanno abbassamenti del L_{eq} anche di $30 \div 35$ dB(A) al centro dell'eliporto, dell'ordine dei 15 dB(A) nella zona circostante, di circa 10 dB(A) sotto la traiettoria di volo; la parte ovest, dirimpetto a via Abbeveratoia, presenta invece L_{eq} praticamente invariati.

3.4.3.2 - Il traffico interno

Dal confronto fra le mappe del rumore diurno delle figure 3,6 e 3,11 (rispettivamente con tutto e metà traffico interno) si può ricavare l'incidenza del traffico interno diurno (il traffico interno notturno infatti è minimo) sul clima acustico dell'area. Si nota solo un leggero miglioramento del clima acustico nelle zone più distanti dall'eliporto (dove, a causa dell'alto rumore prodotto dall'elicottero il miglioramento è praticamente nullo) e in particolare nella parte nord dell'area dove si ha un abbassamento del L_{eq} dell'ordine di $1 \div 2$ dB(A).

3.5 - Gli interventi di risanamento

3.5.1 - Il traffico esterno

E' difficile pensare ad interventi importanti sul traffico di via Gramsci e via Abbeveratoia (le vie il cui rumore influenza di più il clima acustico dell'area ospedaliera) perché sarebbero davvero incisivi solo se piuttosto drastici (il che significa che incontrerebbero un largo fronte di opposizione e sarebbero difficilmente realizzabili) e perché probabilmente si sposterebbe solo il problema senza risolverlo andando a gravare maggiormente altre aree. Per tutti questi motivi si ritiene che l'attenzione dovrebbe concentrarsi piuttosto sulla questione del traffico interno e della posizione dell'eliosuperficie.

3.5.2 - Il traffico interno

Una soluzione obbligata è la riduzione dell'eccessivo traffico interno, che andrebbe almeno dimezzato, incentivando innanzitutto i dipendenti e, nel limite del possibile, anche gli ospiti ambulatoriali e i fruitori di day hospital a usare i servizi pubblici di trasporto e le navette interne, o almeno ad usufruire dei parcheggi esterni e a praticare il car pooling. Di conseguenza sarebbe necessario garantire un servizio di navetta migliore e più efficiente e un numero maggiore di parcheggi esterni all'ospedale (a pagamento così da favorire comunque il trasporto pubblico). Si potrebbe istituire un sistema di incentivi alla rinuncia all'accesso, finanziato con i conseguenti maggiori introiti dai parcheggi a pagamento e dal servizio pubblico.

Infine se le precedenti misure si rivelassero inefficaci si potrebbe regimentare rigorosamente l'accesso aumentando il grado di controllo (accettando il rischio di avere un periodo iniziale di assestamento con ingorghi all'ingresso e lungo via Abbeveratoia), escludendo completamente i dipendenti e limitando il numero di permessi emessi.

3.5.3 - L'eliporto

C'è poi la questione dell'eliporto, la fonte di rumore che produce i picchi maggiori e che penalizza notevolmente una zona interna altrimenti poco disturbata. Il 95 % dei voli riguarda interventi d'emergenza, ovviamente inevitabili, mentre il restante 5 % è la quota relativa ai voli d'addestramento e verifica. Però circa due voli su tre, pur essendo interventi d'emergenza, all'atterraggio non portano pazienti all'ospedale di Parma in quanto, nonostante la chiamata all'elisoccorso dell'Ospedale Maggiore, i pazienti sono condotti ad altri ospedali più vicini oppure sono trasportati con ambulanze. La soluzione più ragionevole e realizzabile sembrerebbe essere l'uso come base di atterraggio principale della zona aeroportuale (o comunque di un altro eliporto esterno alla città) e l'utilizzo dell'attuale eliosuperficie solo nei casi in cui effettivamente ci fossero pazienti a bordo da trasportare all'Ospedale Maggiore. Considerando allora una media di un volo al giorno si avrebbe ipoteticamente un Leq diurno pari a 68,0 dB con un abbattimento di ben 4,5 dB rispetto al Leq diurno medio attuale (3÷4 voli giornalieri) in corrispondenza della torre delle medicine; rappresenterebbe comunque un Leq

molto alto e superiore al limite ZAC di 50 dB ma sarebbe un miglioramento concretamente realizzabile. Inoltre si potrebbe pensare ad accorgimenti tecnici direttamente sull'elicottero per renderlo meno rumoroso e all'installazione di barriere acustiche che schermino il rumore almeno nelle fase in cui l'elicottero è a terra. Altre soluzioni, nonostante siano economicamente poco realistiche, potrebbero essere:

- dislocamento dell'elisuperficie in una zona un po' più distante dai padiglioni ospedalieri ma comunque raggiungibile velocemente dal pronto soccorso; un'area adatta, una volta schermata con opportune barriere, potrebbe essere quella attualmente occupata dal vecchio padiglione Rasori (oggi in cattivo stato) una volta dismesso;
- dislocamento dell'elisuperficie sulla copertura di uno degli edifici più alti, come ad esempio la torre delle medicine.

3.5.4 - I serramenti

La soluzione sicuramente più semplice da adottare è la sostituzione dei serramenti attuali in tutti quei padiglioni "storici" in cui sono in condizioni carenti (vetro singolo, mancanza di guarnizioni, cattivo stato,...) con nuovi serramenti ad alto abbattimento sonoro. Questo intervento permetterebbe il rispetto del limite notturno interno agli edifici (e quindi l'Ospedale risulterebbe a norma grazie al decreto strade) e migliorerebbe comunque anche il clima acustico interno diurno.

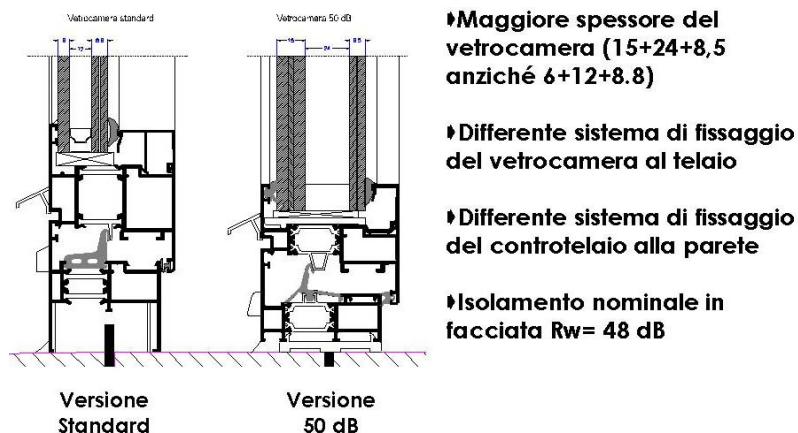


Figura 3,13: intervento sui serramenti per la bonifica di ambienti interni

3.5.5 - Proposta globale di intervento e analisi dei risultati

Si vuole qui proporre un possibile intervento realizzabile d'insieme al fine di migliorare il clima acustico dell'Ospedale; gli aspetti valutati nella stesura del piano d'intervento sono stati, oltre all'entità del miglioramento del clima acustico, la reale fattibilità e l'economicità.

E' fondamentale innanzitutto la riduzione del numero di eventi di atterraggio e decollo dall'elisuperficie; sembra al riguardo concretamente realizzabile lo spostamento della base dell'elisoccorso in altro luogo (ad esempio nella zona aeroportuale) e la deviazione lì di tutti quei voli senza pazienti a bordo, mantenendo l'attuale elisuperficie solo come secondaria. In tal modo l'area ospedaliera sarebbe gravata mediamente da un solo evento al giorno. Inoltre si potrebbe pensare ad

accorgimenti tecnici direttamente sull'elicottero per renderlo meno rumoroso e all'installazione di barriere acustiche che schermino il rumore almeno nelle fase in cui l'elicottero è a terra.

Altrettanto importante è il dimezzamento del traffico interno diurno, ottenibile, come spiegato in precedenza, tramite incentivi, potenziamento e miglioramento del servizio pubblico e di navetta, regolamentazione dell'accesso,...

Inoltre si propone anche un intervento passivo direttamente sui recettori: la sostituzione dei serramenti poco fonoisolanti in tutti quei vecchi padiglioni verso via Gramsci e via Abbeveratoia.

Nella situazione notturna (meno gravosa di quella diurna) le fonti maggiori di rumore non sono interne all'area ma sono via Gramsci e via Abbeveratoia e quindi si propongono solo interventi passivi come l'installazione di barriere acustiche e la sostituzione dei serramenti.

E' di seguito riportata la simulazione del rumore diurno realizzata ipotizzando un unico evento di volo al posto degli attuali quattro e dimezzando il traffico interno. Si nota un generale abbassamento del Leq dell'ordine dei 5 dB(A) sia nella zona dell'eliporto che nel resto dell'area ospedaliera; il limite di 50 dB(A) sarebbe superato in quasi tutta l'area ma sarebbe già un primo semplice miglioramento, una buona base su cui applicare in seguito altri provvedimenti.

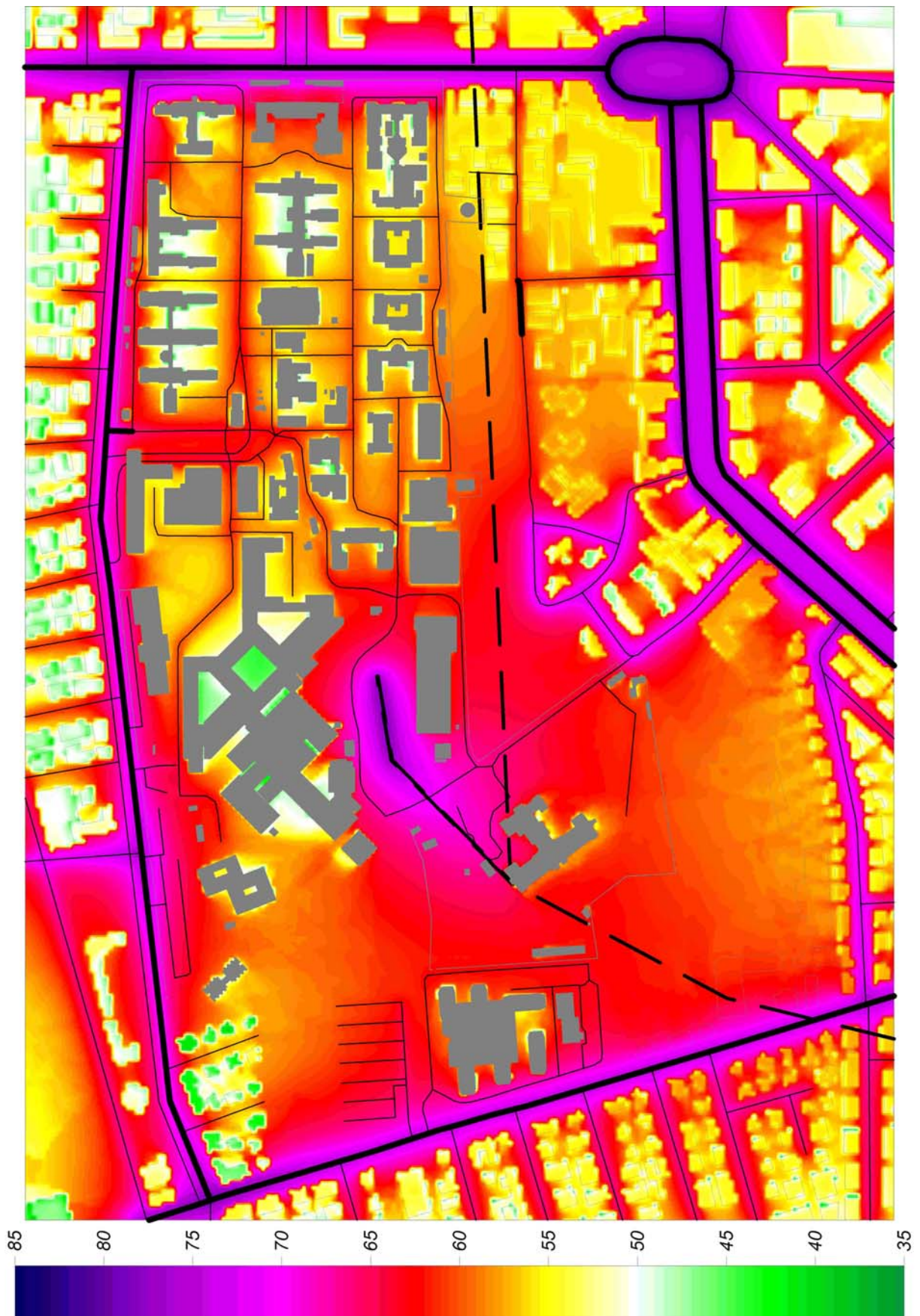


Figura 3,14: mappa del rumore diurno (Leq in $dB(A)$)
nell'ipotesi di dimezzamento del traffico interno e di un unico scalo dell'elicottero

CAPITOLO QUARTO

**INTERVENTI DI MONITORAGGIO E PROGETTO DI
MITIGAZIONI SULLE TANGENZIALI****4.1 - Premessa**

Nel corso del 2004 e del 2005 è stato necessario effettuare alcune campagne di monitoraggio, e la progettazione acustica di due interventi di mitigazione, relativi a tratti soggetti principalmente al rumore delle tangenziali, a seguito della presentazione di esposti da parte dei cittadini.

Queste campagne di rilevamento sono state effettuate in parte dal borsista Andrea Avanzini, in parte grazie alla collaborazione di un dottorando dell'università degli Studi di Parma, in possesso della necessaria qualifica di tecnico competente in acustica ambientale, l'ing. Christian Varani.

Nell'allegato D vengono riportate integralmente le schede di rilievo relative a tutte le campagne di monitoraggio effettuate.

Le campagne di monitoraggio hanno riguardato le seguenti aree:

N.	Area	Tang.	Data Rilievi	Esito
1	Residence Villa Meli Lupi (Str. Montanara 125)	Sud	07/04/2004	Superamento lim. Notturmo di +4.2 dB(A)
2	Via Baganzola 37	Nord	10/05/2004	Superamento lim. Notturmo di +6.1 dB(A)
3	Strada Farnese 51	Sud	17/05/2004	Limiti Rispettati
4	Vicolo Cobianchi 14	Ovest	08/07/2004	Limiti Rispettati
5	Via Tonani 39	Sud	15/07/2004	Superamento lim. Notturmo di +3.5 dB(A)
6	Via Berzioli 8	Sud	23/09/2004	Superamento lim. Notturmo di +2.1 dB(A)
7	Via Paradigna 55	Nord	29/09/2004	Superamento lim. Notturmo di +3.3 dB(A)
8	Via Moletolo 44	Nord	30/09/2004	Superamento lim. Notturmo di +14.3 dB(A)
9	Viale Bottego 10	- - -	08/11/2004	Superamento lim. Notturmo di +4.5 dB(A)
10	Strada Farnese 47	Sud	24/11/2004	Limiti Rispettati
11	Via Fanti d'Italia 6	Sud	17/12/2004	Superamento lim. Notturmo di +2.1 dB(A)
12	Via Naviglio Alto n° 46	Nord	22/12/2004	Superamento lim. Notturmo di +12.5 dB(A)
13	Via Drei 13	- - -	14/09/2005	Limiti Rispettabili con Barriera
14	Via Spezia 199	Ovest	20/11/2005	Limiti Rispettati
15	Via Bertucci 43	Nord	29/11/2005	Limiti Stradali Rispettati Limiti Ferroviari Superati

A seguito dei risultati di tali campagne di monitoraggio, si è deciso di procedere alla progettazione acustica di 3 interventi di mitigazione antirumore, che vengono illustrati nei 3 sottocapitoli seguenti.

4.2 – Innalzamento della duna antirumore di via Paradigna

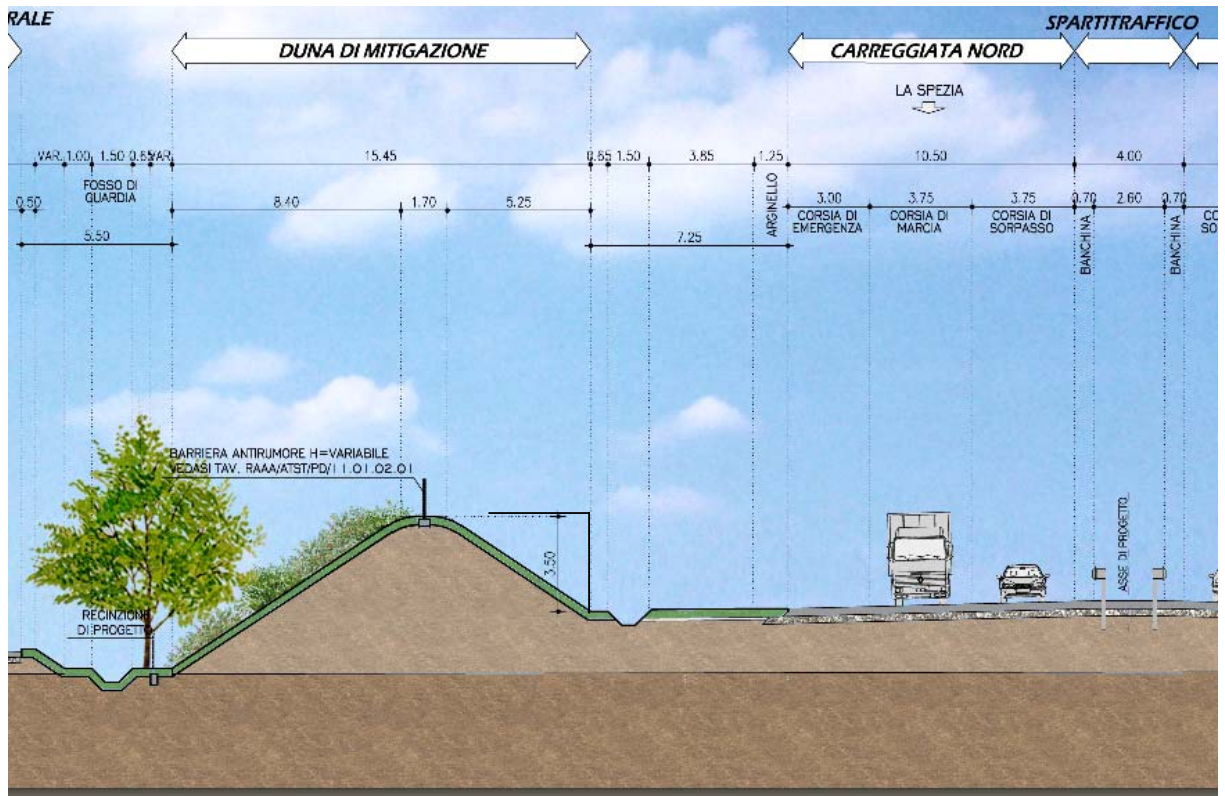
La zona era già stata oggetto di una precedente campagna di monitoraggio e della progettazione di una duna antirumore, come già documentato nella relazione conclusiva della Convenzione 2003. Nel corso del 2004 l'intervento di costruzione della duna antirumore è stato portato a termine, come mostrato dalla seguente fotografia:



L'argine in terra che separa la Tangenziale dall'abitazione

Purtroppo il materiale impiegato per la costruzione della duna si è rivelato dotato di proprietà geomeccaniche alquanto scadenti, ed ha conseguentemente dato luogo ad un fenomeno di assestamento di misura ben maggiore di quanto ipotizzabile. Il risultato è stato un argine di altezza inferiore alla quota di progetto di circa 1m.

L'intervento progettato è consistito nella installazione di una schermatura antirumore sottile, costituita da pannelli fonoassorbenti in legno, alti 1m, collocati sulla sommità della duna esistente, come mostrato dalla seguente sezione:



Sezione tipo della duna con schermatura antirumore alta 1m sulla sommità

L'intervento progettato è stato poi effettivamente realizzato nel corso del 2005, ed è apparentemente risultato efficace, avendo dato luogo ad una ulteriore riduzione di rumorosità pari a circa 3 dB(A), sufficienti a far rientrare sostanzialmente nei limiti il superamento del limite notturno di 3.3 dB(A) che era stato riscontrato nel corso del monitoraggio n. 7.

4.3 – Barriere Antirumore nel tratto di Ca' della Trinità – Via Naviglio

Alto

La zona era già stata oggetto di una precedente campagna di monitoraggio effettuata il 17/11/2003, che aveva mostrato presso l'abitazione di via naviglio Alto 46 un superamento del limite notturno di +9.6 dB(A).

Nel corso del nuovo monitoraggio effettuato il 22/12/2004, posizionando il microfono esattamente nella stessa posizione, si è trovato un superamento del limite notturno pari a ben +12.5 dB(A), con un peggioramento di circa 3 dB(A). Anche il superamento del limite diurno è passato da +6.6 dB(A) a +9.0 dB(A). In sostanza, si è avuto un cospicuo aumento di traffico sulla tangenziale Nord, causato dal suo miglior collegamento con la viabilità a Est e ad Ovest di Parma, che dunque incanala su di essa un flusso molto più elevato.

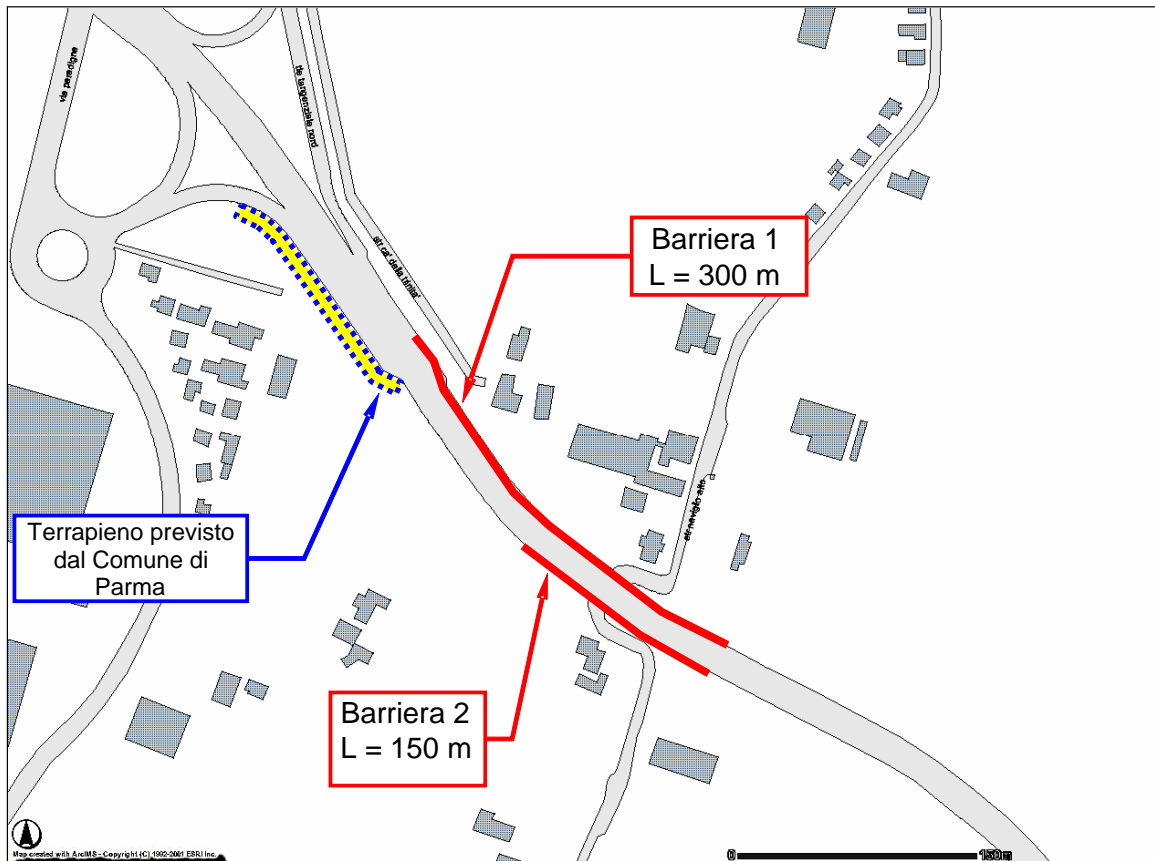
Si è pertanto ritenuto opportuno provvedere al dimensionamento di schermature antirumore, in estensione a quella già ipotizzata nella precedente versione preliminare del Piano di Risanamento Acustico del Comune di Parma (Progetto Pilota) relativa all'adiacente tratto di Ca' della Trinità.

Per ogni intervento proposto, si calcola un costo indicativo sulla base dei valori indicati nell'allegato 3 del decreto ministeriale 29 novembre 2000.

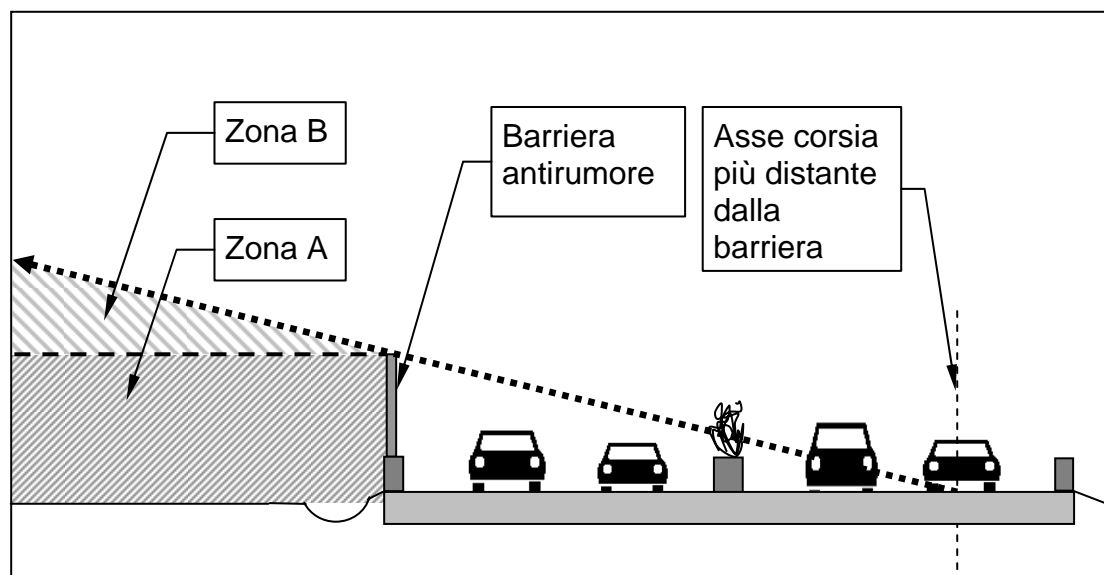
Le opere di risanamento indicate di seguito, così come i relativi costi, sono da considerarsi “di massima”, utili per una corretta programmazione dei piani di bonifica.

In base al decreto citato, spetta all'ente gestore della Tangenziale Nord (cioè all'ANAS) la progettazione definitiva degli interventi e l'onere della realizzazione degli stessi. Va inoltre precisato che tutti gli edifici da proteggere preesistevano da lungo tempo alla realizzazione della Tangenziale Nord.

Data l'entità del livello sonoro rilevato e la conformazione del sito, l'intervento proposto è la realizzazione di una barriera acustica artificiale in fregio alla tangenziale. La realizzazione di tale struttura è prevista per entrambi i lati, in modo non speculare, ma in funzione della localizzazione degli edifici maggiormente esposti per ogni lato, come indicato nella figura di seguito.



Dovendo ottenere un abbattimento di oltre 12 dB (corrispondente alla differenza fra il $L_{Aeq\ night}$ e il valore massimo stabilito dalla zonizzazione) si prevede l'impiego di barriere artificiali in materiale da definire (legno, metallo, CLS, plexiglass, vetro): per il calcolo dell'altezza, si fa riferimento allo schema illustrato nella pagina seguente.



Lo schema illustra la zona A e B introdotte dal citato decreto, allegato I.

L'edificio maggiormente esposto del lato sud è alto circa 10 m e distante circa 30 m dalla tangenziale, per cui la barriera deve essere alta non meno di 2,6 m per comprendere in zona B l'edificio. Il decreto riconosce alla struttura scelta un'efficacia di 15 dB in zona A e di 7 dB in zona B. Si propone quindi una barriera alta 3 m.

Per quanto riguarda il lato Nord (oggetto del monitoraggio di 24 ore effettuato nel 2003 e ripetuto a dicembre 2004), la distanza dalla sede stradale è di circa 18 m, e l'altezza della casa più prossima è di 8 m rispetto al piano stradale, pertanto l'altezza minima di progetto deve essere di 3,7 m per far ricadere la casa in zona B, ma dato l'elevato livello sonoro riscontrato (12 dB superiore ai valori limite) è bene che la barriera sia di almeno 4 m, possibilmente di 5 m, per fare in modo che l'intera costruzione ricada in zona A (con abbattimento attorno ai 14 dB).

In sede di progettazione definitiva si deve comunque operare una simulazione di dettaglio, onde dimensionare correttamente lo sviluppo altimetrico della schermatura.

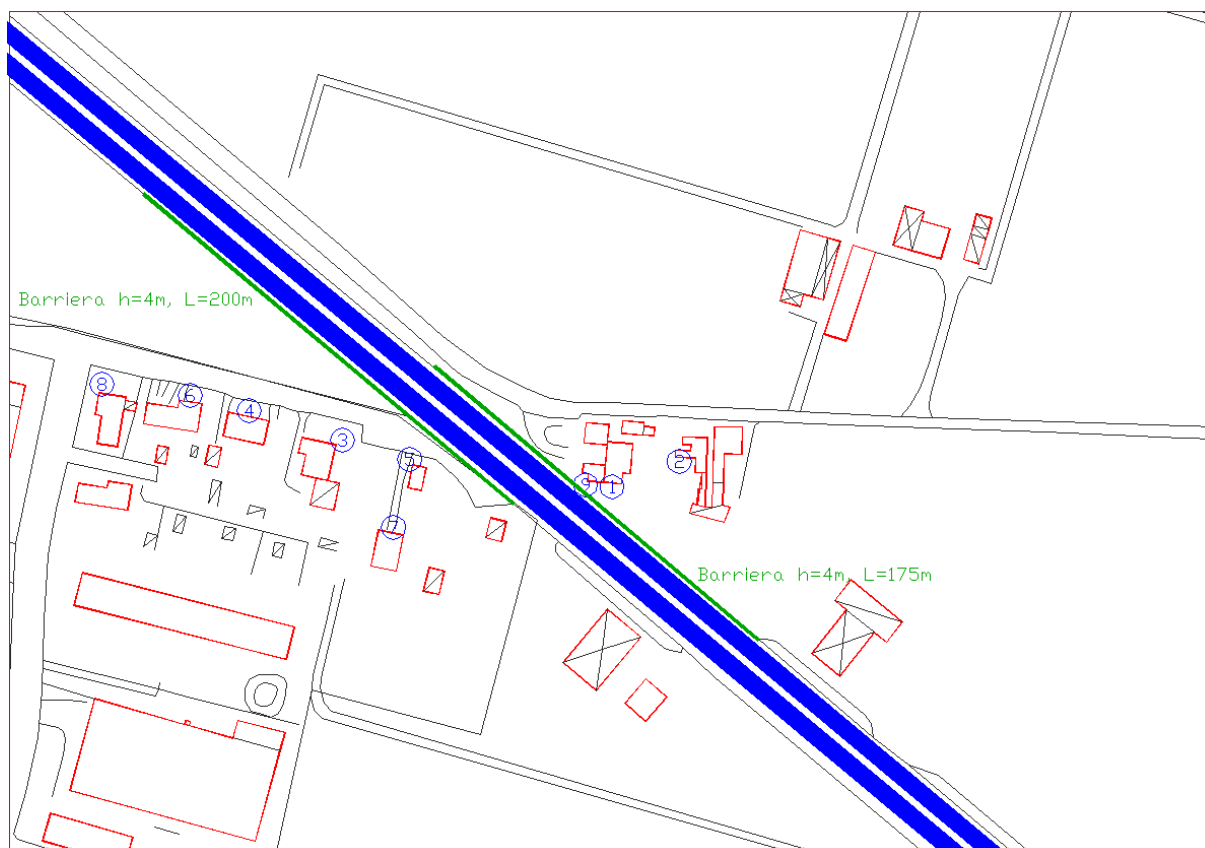
I costi indicativi per le opere indicate sono:

- barriera 1: $300 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 200 \text{ €/m}^2 = 240'000 \text{ €}$
- barriera 2: $150 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 200 \text{ €/m}^2 = 90'000 \text{ €}$

Il Comune di Parma ha provveduto ad inoltrare all'ANAS i risultati delle valutazioni suddette, sollecitando la stessa ad intervenire onde risanare una porzione di territorio densamente popolata e soggetta a cospicuo superamento dei limiti di rumorosità.

4.4 – Barriera Antirumore nel tratto di via Scola – Via Da Erba Edoari

La zona, attraversata dalla tangenziale Nord, era già stata oggetto di una precedente campagna di monitoraggio effettuata il 08/03/2003, che aveva mostrato sistematici superamenti dei limiti di zona compresi fra +5 e +7 dB(A) in quasi tutti i punti di rilievo. Stante l'estensione dell'area impattata ed il numero elevato di abitazioni in essa comprese, si è ritenuto necessario operare la progettazione acustica di un intervento di mitigazione basato sull'installazione di schermature antirumore, come illustrato schematicamente nella seguente figura:

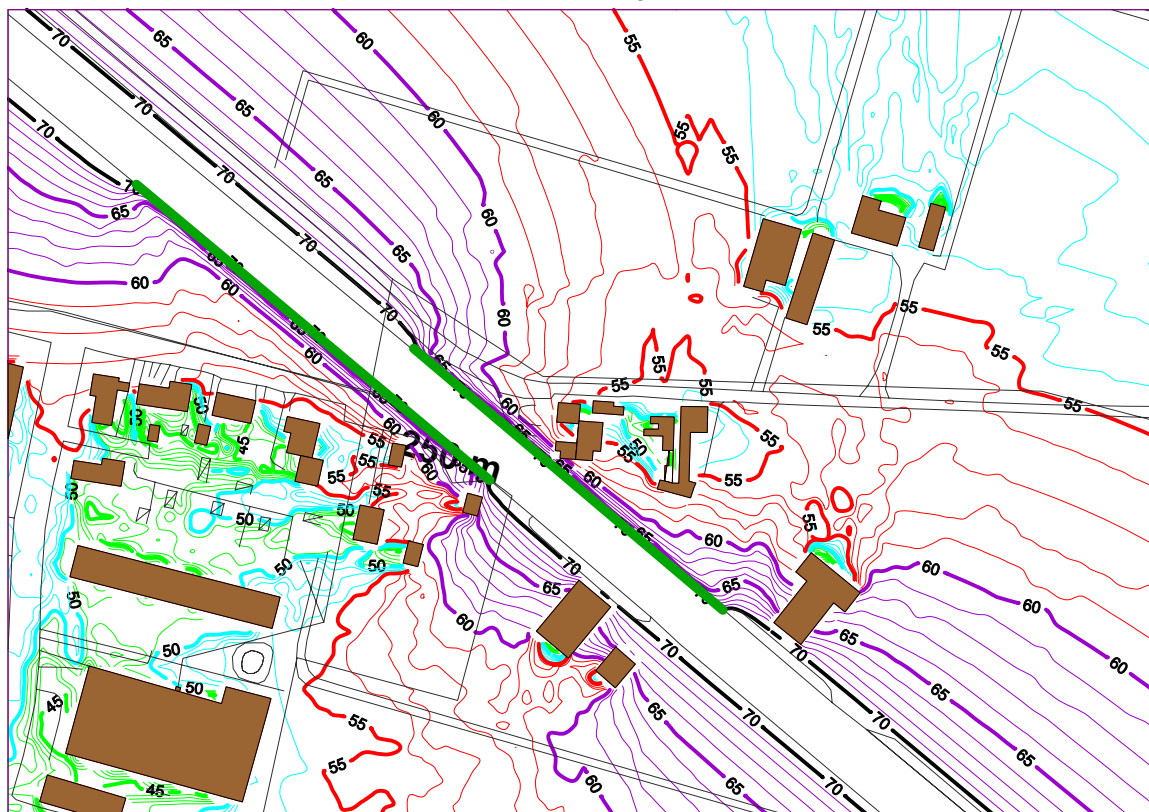


Si nota che sono stati previsti due tratti di barriera antirumore “sottile” alta m 4.00 e con lunghezza rispettivamente di m 175 e m 200. Il posizionamento di precisione del piede delle schermature andrà verificato mediante sopralluogo celerimetrico, onde evitare intersezioni con manufatti, cordoli, etc, e rispettando i confini del sedime stradale, senza necessità di invadere aree private.

Onde verificare che il dimensionamento suddetto sia sufficiente a garantire il raggiungimento del rispetto dei limiti di rumorosità, è stata operata una simulazione con il programma di calcolo Citymap, che ha consentito il tracciamento delle mappature isolivello sonoro.

I dettagli del calcolo eseguito sono contenuti nella relazione di progettazione acustica, redatta in data 15/7/2005, che è contenuta nell'allegato E al presente documento. Si riporta qui semplicemente il risultato del calcolo notturno con barriera:

Mappa Isolivello Sonoro - Progetto Barriere - Notte



Si può notare l'efficacia delle schermature progettate, che portano ad una cospicua riduzione del livello sonoro presso i recettori situati dietro alle stesse.

I costi indicativi per le opere indicate sono:

- barriera 1: $200 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 200 \text{ €/m}^2 = 160'000 \text{ €}$
- barriera 2: $175 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 200 \text{ €/m}^2 = 100'000 \text{ €}$

Il Comune di Parma ha provveduto ad inoltrare all'ANAS i risultati delle valutazioni suddette, sollecitando la stessa ad intervenire onde risanare una porzione di territorio densamente popolata e soggetta a cospicuo superamento dei limiti di rumorosità.

CAPITOLO QUINTO

CONCLUSIONI**5.1 – Stato di Avanzamento dei Lavori**

Nei precedenti 4 capitoli sono stati presentati i principali risultati conseguiti nel corso del 2005, nell'ambito della convenzione fra il Comune di Parma e l'Università degli Studi di Parma avente per titolo "PIANO POLIENNALE DI RISANAMENTO ACUSTICO DEL COMUNE DI PARMA (Anno 2005)".

La corretta valutazione dello stato di avanzamento dei lavori richiede ovviamente il confronto con la pianificazione temporale delle attività prevista nel Programma tecnico allegato alla Convenzione suddetta, che viene qui riportato integralmente.

5.2 – Programma tecnico**5.2.1 Premessa**

La presente relazione riguarda la programmazione delle attività tecniche attualmente prevista onde produrre il materiale necessario alla redazione del P.R.A. del Comune di Parma entro il termine di legge (12 mesi a partire dalla approvazione definitiva della Zonizzazione Acustica). I primi sei mesi saranno dedicati a rilevamenti strumentali e al calcolo degli indici di priorità degli interventi, mentre i restanti 6 mesi verranno utilizzati per il dimensionamento degli interventi di mitigazione e per le relative simulazioni.

Il Piano Poliennale di Risanamento Acustico del Comune di Parma integrerà al suo interno anche i Piani di Risanamento predisposti da altri, quali quelli redatti dai titolari di attività produttive, che sono tenuti a presentare al Comune, entro 6 mesi dall'entrata in vigore della nuova zonizzazione acustica, i propri piani di risanamento aziendali.

Tali piani di risanamento verranno valutati nell'ambito delle attività di pianificazione degli interventi previste dalla presente convenzione, e che avranno luogo nei 6 mesi successivi.

Nel seguito vengono quindi descritte le modalità tecniche di effettuazione dei rilevamenti strumentali necessari, descritte le metodiche di progettazione degli interventi di risanamento acustico, e indicate le tecniche di simulazione computerizzata che verranno impiegate.

5.2.2 “Milestones” delle attività

1. Nuovo Regolamento Edilizio
2. Chiusura pratica Globe (esposto del sig. Ceci Neva) – entro il 15 marzo
3. Approvazione ZAC, predisposizione delibera, – fine marzo
4. Incontri di coordinamento tecnico con le associazioni di categoria e le aziende interessate a supporto dell’attività di Agenda 21 Locale, ossia dell’attività di pianificazione partecipata alla attività dell’Amministrazione Comunale; predisposizione modulistica per piani di risanamento aziendali con procedura semplificata - entro il 15 aprile
5. Decisione della priorità degli interventi di mitigazione antirumore - entro il mese di aprile
6. Delibera di Giunta che approva la modulistica suddetta – metà maggio
7. Revisione regolamento attività rumorose temporanee – entro il mese di maggio
8. Progettazione opere di risanamento (barriere, terrapieni, rifacimento manti stradali) - metà giugno
9. Misura rumore presso recettori sensibili (ospedali, strutt. Sanitarie)- entro il mese di giugno
10. Dopo 6 mesi dall’approvazione definitiva della ZAC, analisi dei piani di risanamento aziendali
11. Simulazione della rumorosità sull’intero territorio del comune di Parma, redazione delle carte di mappatura acustica del territorio – entro il mese di ottobre.
12. Definizione delle aree da mitigare, redazione della carta dei superamenti – entro il mese di novembre
13. predisposizione dell’elenco delle opere di mitigazione (Piano di Risanamento Acustico), ordinato sulla base dell’Indice di Priorità dell’Intervento e degli altri indicatori di priorità derivanti dalle richieste di interventi avanzate dalla cittadinanza – entro il mese di Dicembre 2005.
14. Redazione della relazione finale del Piano di Risanamento Acustico e della documentazione conclusiva della convenzione – entro 12 mesi dalla approvazione definitiva della ZAC.
15. Gestione di tutte le richieste di rilevamento fonometrico, di installazione di opere di mitigazione, di lamentele per attività rumorose temporanee, ed ogni altra richiesta relativa a problemi di rumorosità avanzata dalla cittadinanza – spalmata sull’intera durata della convenzione.

5.3 – Valutazione del conseguimento dei risultati attesi

Con riferimento alle “Milestones” indicate nel precedente punto 5.3.3, occorre osservare che alcune attività previste semplicemente non sono giunte a completamento in quanto i procedimenti amministrativi interessati sono andati in stallo, nonostante fosse stata svolta una certa attività preparatoria. Ci si riferisce in particolare ai punti 1 (Nuovo Regolamento Edilizio), e 7 (Regolamento Attività Rumorose Temporanee).

A parte questi due casi, si può ritenere che le attività qui relazionate coprano in sostanza tutti i punti della lista suddetta sino al n. 9 compreso. Tale elenco si riferisce esplicitamente alle attività previste per il periodo dei 6 mesi immediatamente successivi all’approvazione definitiva della Zonizzazione Acustica, che è avvenuta il 30/09/2005. La scadenza per tali attività era dunque il 30 Marzo 2006, ed è stata sostanzialmente rispettata.

Si prevede di completare il programma delle attività precedentemente illustrato entro il termine di un anno dall’approvazione della nuova ZAC, e quindi entro il 30/09/2006.

Per quanto riguarda infine il punto 4 dell’elenco suddetto, del quale nei capitoli precedenti non si trova alcun riferimento, si riportano in allegato F i moduli predisposti sulla base degli incontri effettuati con le associazioni di categoria per la presentazione semplificata dei piani di risanamento acustico da parte delle attività produttive.

Parma, 31 Marzo 2006

Il Responsabile Scientifico

Prof. Ing. Angelo Farina

