



PROVINCIA DI RAVENNA

Presidente della Provincia
Claudio Casadio

Assessore ai LL.PP. e Viabilità
Secondo Valgimigli

SETTORE LAVORI PUBBLICI

**PIANO D'AZIONE PER LE STRADE DI COMPETENZA
DELLA PROVINCIA DI RAVENNA CON PIU' DI
6 MLN DI VEICOLI/ANNO
(D.Lgs. 194/05)**



Relazione tecnica RER-CBO 6/2012 del 28 Maggio 2012

AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA E PIANO D'AZIONE PER LE STRADE DI COMPETENZA DELLA PROVINCIA DI RAVENNA (D. Lgs. 194/05)

Relazione finale per la Provincia di Ravenna

Committente:



Direzione Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa
Servizio Risanamento Atmosferico, Acustico, Elettromagnetico
Via della Fiera, 8 - 40127 Bologna

Il Responsabile Scientifico

(Prof. Massimo Garai)



Sommario

1. Premessa.....	3
Sintesi della metodologia adottata.....	4
2. Fasi del processo di elaborazione del piano d'azione.....	5
3. Sintesi delle elaborazioni e dei risultati.....	7
3.1. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Individuazione arco stradale	7
3.2. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Descrizione del tratto oggetto di studio.....	7
3.3. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Creazione del modello acustico	7
3.4. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Risultati della simulazione	10
3.4.1 Mappe acustiche in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	10
3.4.2 Calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	10
3.4.3 Mappe di conflitto in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	11
3.4.4 Mappe dei valori di ECU_{den}	12
3.5. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Descrizione degli interventi considerati	14
3.6. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Risultati previsti del piano d'azione.....	21
3.6.1 Mappe acustiche in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	21
3.6.2 Calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	22
3.6.3 Mappe di conflitto in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}	23
3.6.4 Mappe dei valori di ECU_{den}	26
3.6.5 Mappe acustiche in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$	27
3.6.6 Calcolo della popolazione esposta in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$	27
3.6.7 Mappe di conflitto in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$	28
4. Riferimenti bibliografici.....	30
4.1. Disposizioni legislative nazionali.....	30
4.2. Altri documenti nazionali.....	31
4.3. Disposizioni legislative regionali	31
4.4. Documenti dell'Unione Europea.....	32
4.5. Norme tecniche	33
4.6. Progetti europei, report EEA.....	36
4.7. Letteratura scientifica e tecnica	36
4.8. Esempi di buona pratica	38



1. Premessa

La presente relazione tecnica illustra l'elaborazione dei piani d'azione relativi agli archi stradali richiesti dal D. Lgs. 194/05 [11]. Tutti i dati necessari all'elaborazione del presente piano, sono contenuti nel supporto informatico allegato.

La relazione tecnica è sostanzialmente suddivisa in cinque parti:

- premessa (il presente punto 1);
- sintesi della metodologia adottata (punto 2);
- sintesi delle elaborazioni compiute e dei risultati ottenuti per gli archi stradali di competenza della Provincia di Ravenna con più di sei milioni di veicoli/anno (punto 3);
- riferimenti bibliografici (punto 4).

Per quanto concerne la metodologia adottata, sintetizzata al punto 2, essa è conforme alle Linee Guida emanate dalla Regione Emilia-Romagna in materia, cui si fa riferimento per ogni ulteriore dettaglio.

Le attività svolte hanno riguardato l'elaborazione del piano d'azione degli archi stradali di competenza della Provincia di Ravenna con più di 6 000 000 di veicoli/anno riferiti al 2006 e riportati in Tabella 1. In funzione dell'elaborazione del piano è stato altresì prodotto un aggiornamento delle mappe acustiche (già predisposte nella precedente fase del progetto complessivo previsto dalla D.G.R. 1536 del 2006) per tenere in considerazione le variazioni nel frattempo intervenute.

Tabella 1. Archi stradali di competenza della Provincia di Ravenna con più di 6 000 000 veicoli/anno nel 2006.

Strada Provinciale	Sezione soggetta a mappatura acustica
S.P. 253 ex S.S. San Vitale	dal km 59+876 al km 69+905

L'elenco completo degli elaborati riferiti sia all'aggiornamento della mappatura acustica, sia al piano d'azione, sarà disponibile in formato elettronico sul sito web della Provincia.



Sintesi della metodologia adottata

Un piano d'azione ha lo scopo di evitare ed abbattere il rumore, migliorando la situazione in aree dove l'esposizione dei residenti è ritenuta eccessiva e proteggendo le aree relativamente quiete e le zone ricreative in ambienti rurali ed urbani. Dunque un piano d'azione tende a:

- proteggere la salute ed il benessere degli abitanti;
- migliorare la qualità della vita nelle aree urbane, in particolare nelle abitazioni, aiutando ad evitare eccessive migrazioni in aree suburbane con tutte le conseguenze negative per le aree più centrali;
- incrementare il potenziale attrattivo delle aree protette, sia per affari che per turismo.

Il piano d'azione aiuta a strutturare e dare priorità alle misure di abbattimento acustico, mediante valutazioni globali della situazione acustica e dei conflitti risultanti, valutazioni trasparenti delle priorità, coinvolgimento dei portatori di interessi e del pubblico.

La formalizzazione delle misure contro il rumore nel piano d'azione favorisce il coordinamento con altri obiettivi, strategie e strumenti di sviluppo urbano, quali la pianificazione territoriale, il miglioramento della qualità dell'aria, la promozione di modalità di trasporto ecosostenibili, la rivitalizzazione dei centri urbani, ecc.

I requisiti minimi previsti dall'allegato 5 del D. Lgs. 194/05 [11], non sono sufficienti per stabilire in modo univoco i criteri per la predisposizione e l'attuazione del piano stesso, infatti non esiste uno standard unico che vada bene per tutti i casi possibili. Come già detto, un piano d'azione rappresenta infatti uno strumento complesso di gestione del territorio, correlato a differenti tematiche connesse alla pianificazione, alla mobilità, allo sviluppo produttivo, all'inquinamento dell'aria, ecc. [41], [33].

Di fatto, esistono due tipologie base di piano d'azione compatibili con il D. Lgs. 194/05 [11]: un piano “strategico” ed un piano “progettuale”, come descritti nelle Linee Guida Regionali.

In assenza di specifiche indicazioni contenute nella legislazione vigente e/o nella normativa tecnica volontaria, la scelta tra le due tipologie di piano è stata dettata da valutazioni di opportunità, in relazione alla complessità delle scelte che il piano implica.



Nella pratica tenuto conto del lungo percorso che ha caratterizzato la fase di progettazione di massima e l'acquisizione dei finanziamenti necessari, il piano d'azione scelto risulta essere una combinazione dei due tipi base di piano: contiene infatti sia gli elementi di un piano strategico teso a guidare le azioni di progettazione e di ricerca dei finanziamenti degli anni successivi, che di un piano progettuale che definisce quali sono le opere, o le azioni, che si intendono realizzare nel quinquennio di validità del piano.

Il presente piano d'azione, si caratterizza, quindi, prevalentemente come piano d'azione strategico, ma include anche il dimensionamento acustico delle opere di mitigazione proposte, basato su di una valutazione di massima dei possibili vincoli tecnici e/o economici.

Il piano d'azione della Provincia di Ravenna, ha previsto il recupero di elementi dei preesistenti piani di contenimento ed abbattimento del rumore nella parte progettuale dei piani stessi, con tutti gli adattamenti ritenuti opportuni. Dunque il risanamento ex L. 447/95 è attuato attraverso gli obiettivi prioritari fissati dal recepimento della direttiva europea e quindi per il tramite del piano d'azione ex D. Lgs. 194/05.

2. Fasi del processo di elaborazione del piano d'azione

Nella realizzazione del presente piano sono state seguite le fasi individuate dalle Linee Guida redatte dalla Regione Emilia-Romagna.

In particolare vista la natura prevalentemente strategica, è stata sviluppata soprattutto la fase 3 "pianificazione strategica preliminare", mentre la fase 4 "definizione del piano" è stata realizzata in forma semplificata, provvedendo ad una definizione di massima degli interventi da attuare. La fase 5 "attuazione del piano" è rimandata ad un momento successivo, attraverso la predisposizione di un piano d'azione progettuale o, in alternativa, nell'ambito di differenti strumenti di gestione e pianificazione del territorio.

Le attività di pianificazione e progettazione degli interventi di risanamento fanno seguito alle mappature acustiche, predisposte nella fase precedente del progetto complessivo; a queste sono state aggiunte ed elaborate le mappe di conflitto, che non sono obbligatorie per la fase di mappatura acustica, ma risultano indispensabili come supporto ai piani d'azione.



Poiché la reale criticità di un'area non dipende soltanto dai livelli sonori e dall'entità del superamento di fissati valori limite, ma anche dal numero di persone esposte a tali superamenti, l'indicatore di criticità usato tiene conto di entrambi i fattori.

La Provincia, relativamente all'entità dei superamenti, ha scelto di adottare "l'alternativa 3" raccomandata dalle Linee Guida Regionali; di conseguenza le mappe acustiche sono state elaborate una sola volta, utilizzando i descrittori L_{den} e L_{night} e le criticità sono state valutate sia con il criterio dell' ECU_{den} , in accordo al D. Lgs. 194/05, sia confrontando i valori dei descrittori L_{den} e L_{night} calcolati con i valori limite vigenti in Italia, opportunamente convertiti in valori dei descrittori L_{den} e L_{night} .

L' ECU_{den} è un indicatore di criticità quantitativo, che tiene conto sia della popolazione esposta (criterio di efficacia), sia dell'energia sonora al ricettore (criterio di gravità).

In sintesi gli elaborati finali del piano d'azione sono espressi in termini di L_{den} e L_{night} (e di persone esposte) conformemente al D. Lgs. 194/05, ma nel processo si è tenuto conto anche dei valori limite italiani, così come convertiti. Inoltre sono stati valutati - una sola volta - anche i valori di livello sonoro continuo equivalente ponderato A, L_{Aeq} , attesi dopo gli interventi di risanamento.

Dopo l'individuazione delle aree critiche, per ciascuna di esse si sono prospettate delle possibili soluzioni/azioni individuando gli abbattimenti di livello sonoro attesi, i tempi di realizzazione prevedibili e i costi stimati.



3. Sintesi delle elaborazioni e dei risultati

3.1. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Individuazione arco stradale

Arco stradale: S.P. n. 253 ex S.S. San Vitale”.

Sezioni soggette a mappatura acustica: dal km 59+876 al km 69+905

3.2. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Descrizione del tratto oggetto di studio

Lo studio riguarda un tratto di circa 10 km nel tratto che va dal confine tra i territori comunali di Bagnacavallo e Russi fino alla località Fornace Zarattini, sita alla porta ovest di Ravenna. La strada è ad una sola corsia per senso di marcia e nel tratto di studio corre a livello del piano di campagna con pendenza longitudinale pressoché nulla. La pavimentazione è in conglomerato bituminoso di tipo tradizionale.

La tratta stradale interessata insiste prevalentemente in ambito agricolo ed attraversa il centro abitato di Godo. Il tratto in esame è ricompreso tra due rilevanti sorgenti di rumore: l’autostrada A14 dir (che scorre parallela a nord ad una distanza di 400-1000 m) e la ferrovia RA-BO (che scorre parallela a sud ad una distanza media di 500 m), oltre al vecchio sedime della S.S. 253, attualmente declassato a rango comunale, anch’esso posto a sud della provinciale.

3.3. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Creazione del modello acustico

1. **Modello digitale del terreno:** è stato creato utilizzando la cartografia (punti quotati) in possesso della Provincia. L’area è pressoché pianeggiante e non sono presenti discontinuità rilevanti (cavalcavia, ponti, gallerie).
2. **Edifici:** sono stati inseriti nel modello acustico gli edifici attribuendo ad ogni edificio la destinazione d’uso (residenziale, ospedali e ricoveri, edifici scolastici, altri edifici) e l’altezza sulla base delle informazioni a disposizione dell’Amministrazione Provinciale.



3. **Popolazione residente:** a partire dai dati e dalle sezioni di censimento, aggiornate con informazioni sul numero di residenti forniti dalla Regione Emilia-Romagna, si è proceduto collegando alle suddette sezioni le informazioni circa il numero di residenti. In seguito all’inserimento nel modello delle sezioni così aggiornate, il numero stimato di residenti è stato attribuito a tutti gli edifici ad uso residenziale ricadenti nella medesima sezione, sulla base della cubatura degli edifici stessi.
4. **Uso del suolo:** sono state utilizzate le coperture fornite dalla Regione Emilia-Romagna, derivanti dal progetto *Corine Land Cover*, alle quali è stato aggiunto il *ground factor* attribuito in precedenza ad ogni classe di utilizzo del suolo.

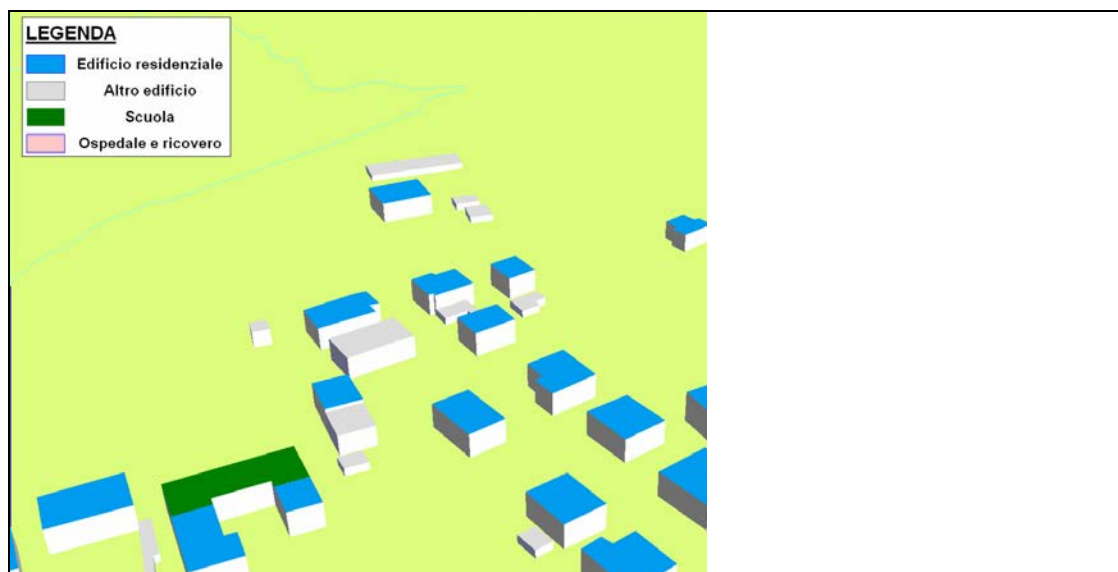


Figura 1. Esempio di modello digitale del suolo per la S.P. 253 ex S.S. San Vitale”.

1. **Infrastruttura stradale:** il modello acustico della S.P. 253 ex S.S. San Vitale” realizzato in fase di mappatura acustica si è avvalso dei dati di traffico disponibili in Provincia. I dati a disposizione consistevano in due rilievi giornalieri di traffico effettuati in data 23/3/2004 di seguito illustrate:
 - a) Postazione n. 76, progressivo km 67+100 (lato Ravenna)
totale transiti: 16615
transiti in direzione Godo: 7831
transiti in direzione Ravenna: 8784



b) Postazione n. 124, progressivo km 62+000 (lato Bagnacavallo)

totale transiti: 13243

transiti in direzione Bagnacavallo: 6271

transiti in direzione Fra Giovanni: 6972

Inoltre, i dati sono suddivisi per ora e tipologia di veicolo e sono presenti le velocità medie.

Sono quindi state ricreate due distribuzioni orarie giornaliere di traffico, in accordo con i flussi di traffico misurati nelle due postazioni di censimento 76 e 124, e sono state inserite nel software di simulazione per ricrearne l'emissione acustica.

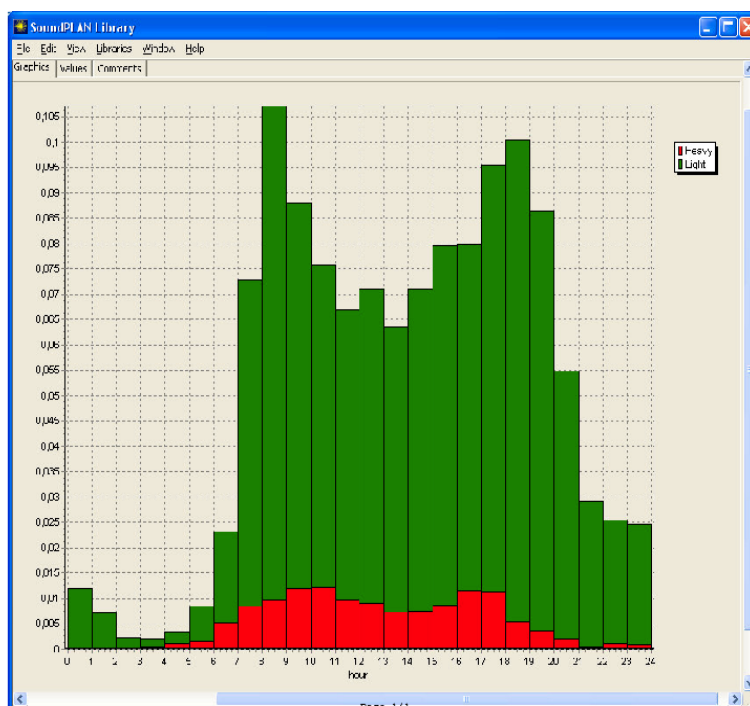


Figura 2. Andamento orario del traffico ricostruito nel modello acustico.

Le velocità per ogni periodo di riferimento sono state ottenute dalla media aritmetica delle velocità medie orarie.



3.4. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Risultati della simulazione

I risultati delle elaborazioni, disponibili anche su supporto ottico, sono presentati in:

1. Mappe delle curve isolivello dei descrittori L_{den} e L_{night}
2. Tabelle della popolazione esposta (in termini di L_{den} e L_{night})
3. Tabelle delle facciate silenziose (in termini di L_{den} e L_{night})
4. Carte dei valori limite, espressi tramite i descrittori L_{den} e L_{night}
5. Mappe di conflitto, cioè delle differenze tra i livelli simulati e i valori riportati sulle carte dei valori limite realizzate (in termini di L_{den} e L_{night})
6. Elaborazioni sugli edifici (in un'unica copertura GIS sono state raccolte tutte le informazioni riguardanti le elaborazioni sugli edifici. All'interno della tabella allegata ai files GIS sono presenti i campi relativi a tutte le configurazioni di simulazione analizzate)
7. Carte dei valori dell'indicatore globale di criticità ECU_{den}

Le mappe acustiche, strategiche e non, e le tabelle (punti 1, 2 e 3 sopra elencati), sono un aggiornamento di quelle prodotte al termine della fase di mappatura acustica. Le ulteriori carte (punti 4, 5, 6 e 7 sopra elencati) sono state prodotte appositamente per supportare la messa a punto del piano d'azione.

3.4.1 Mappe acustiche in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}

Questa serie di mappe acustiche è obbligatoria già dal primo ciclo di mappatura ai sensi del D. Lgs. 194/05 [11] ed è stata aggiornata alla data nominale del 15 maggio 2011 con i nuovi dati resisi disponibili dopo il termine dell'elaborazione del primo ciclo di mappatura.

3.4.2 Calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}

Il calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e L_{night} è obbligatorio già dal primo ciclo di mappatura ai sensi del 194/05 [11] ed è stato aggiornato alla data nominale del 15 maggio 2011 con i con i nuovi dati resisi disponibili dopo il termine dell'elaborazione del primo ciclo di mappatura. I valori numerici sono inclusi nelle tabelle riportate nel punto che tratta il calcolo previsionale della popolazione esposta e delle facciate silenziose dopo l'attuazione del piano d'azione (vedi Tabella 5).



3.4.3 Mappe di conflitto in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}

Queste carte sono state prodotte espressamente per permettere una migliore elaborazione del piano d'azione. Le mappe di conflitto individuano le aree critiche quantificando l'impatto prodotto dalle sorgenti ai ricettori in termini di superamento dei valori limite.

Per la fase di mappatura acustica, le mappe di conflitto sono state prodotte solamente in termini di impatto sui singoli edifici. Non è stato possibile produrre mappe di conflitto in termini di impatto globale sul territorio in quanto non erano disponibili le Zonizzazioni Acustiche Comunali in formato vettoriale.

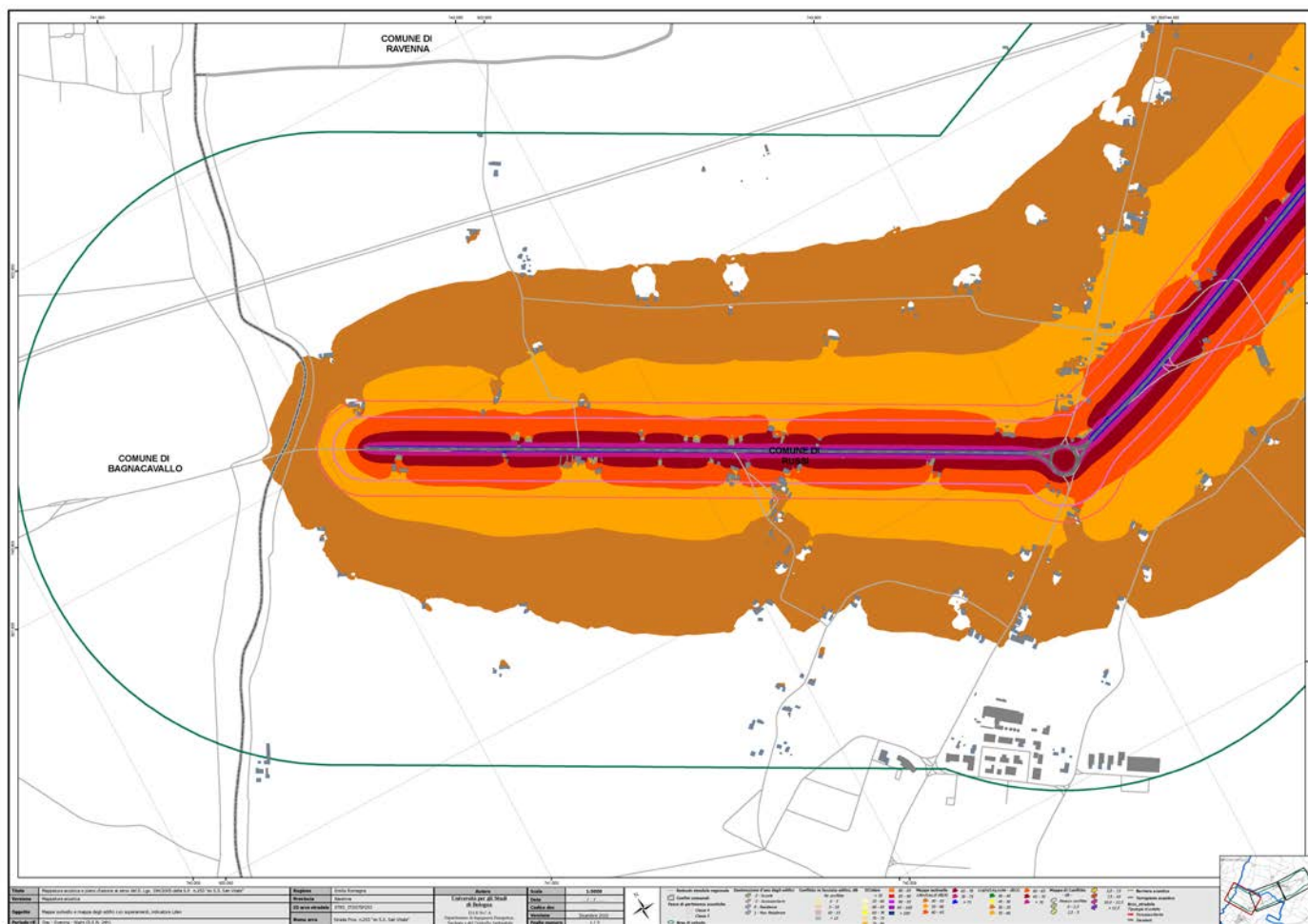


Figura 3. S.P. 253 ex S.S. San Vitale". Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di L_{den} in dB(A).

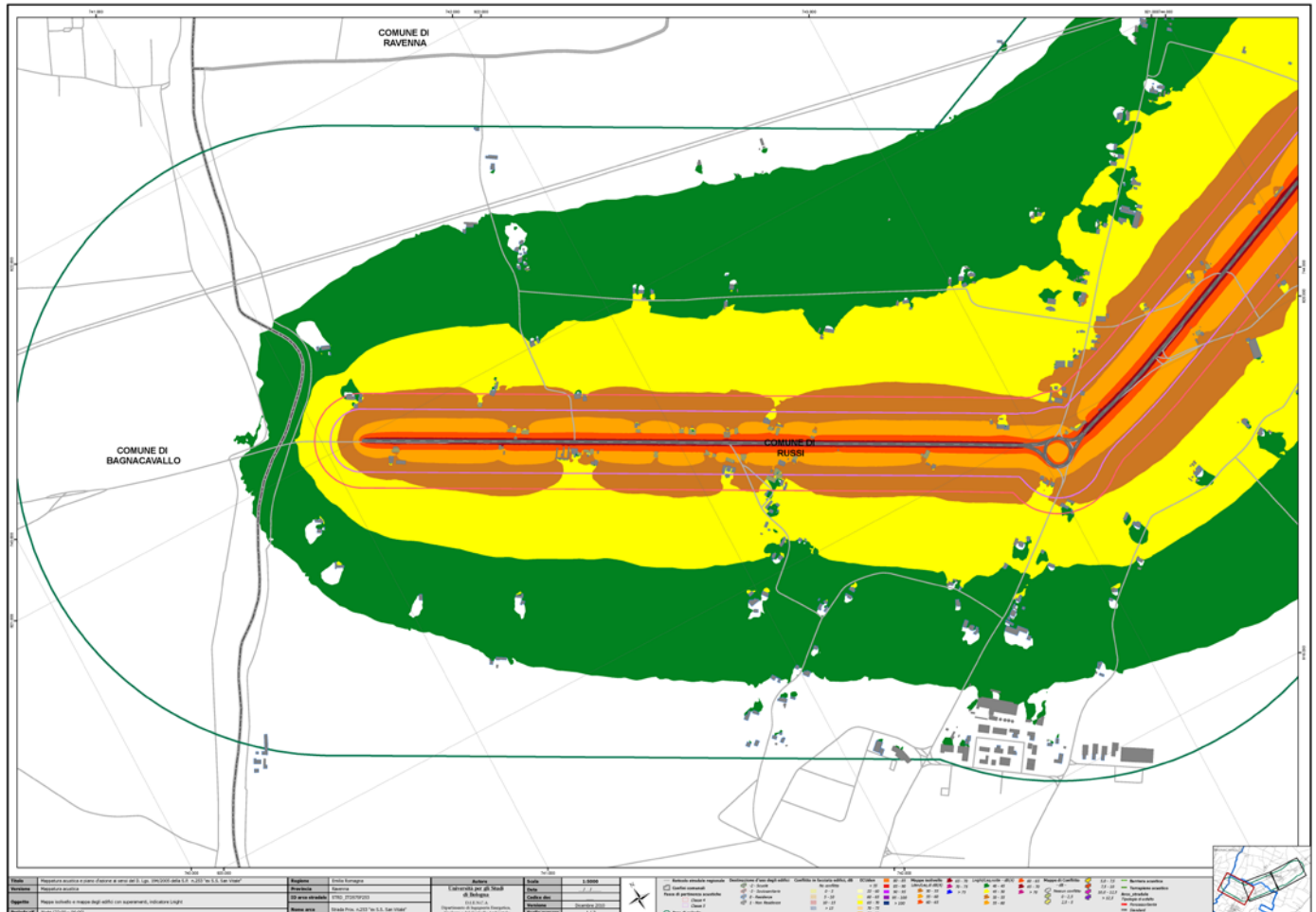


Figura 4. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”. Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di L_{night} in dB(A).

3.4.4 Mappe dei valori di ECU_{den}

Queste carte sono state ritenute necessarie perché le mappe acustiche obbligatorie ai sensi del D. Lgs. 194/05 non consentono di sintetizzare la valutazione globale delle criticità in un'unica carta. Infatti le mappe dei valori dei descrittori L_{den} e L_{night} non evidenziano l'entità della popolazione esposta. Le tabelle della popolazione esposta alle diverse fasce di valori dei descrittori L_{den} e L_{night} sono di più difficile consultazione nel corso della valutazione degli interventi di risanamento nelle diverse aree del territorio. Le carte di conflitto suppliscono in parte alla necessità, ma si basano su valori limite espressi in funzione di altri



parametri – e qui convertite dal punto di vista tecnico ma non da quello legale – e soffrono sempre della mancanza di associazione diretta con l'informazione sull'entità della popolazione esposta. Le mappe dei valori di ECU_{den} , invece, individuano le aree critiche, sulle quali concentrare le risorse disponibili per gli interventi relativi al piano d'azione, in funzione sia dei valori di livello sonoro sia del numero di persone esposte.

Per la fase di mappatura acustica le mappe dei valori di ECU_{den} sono state prodotte sia dettagliate per singolo edificio, sia aggregate per aree più vaste (griglia a maglia regolare con passo di 100 m).

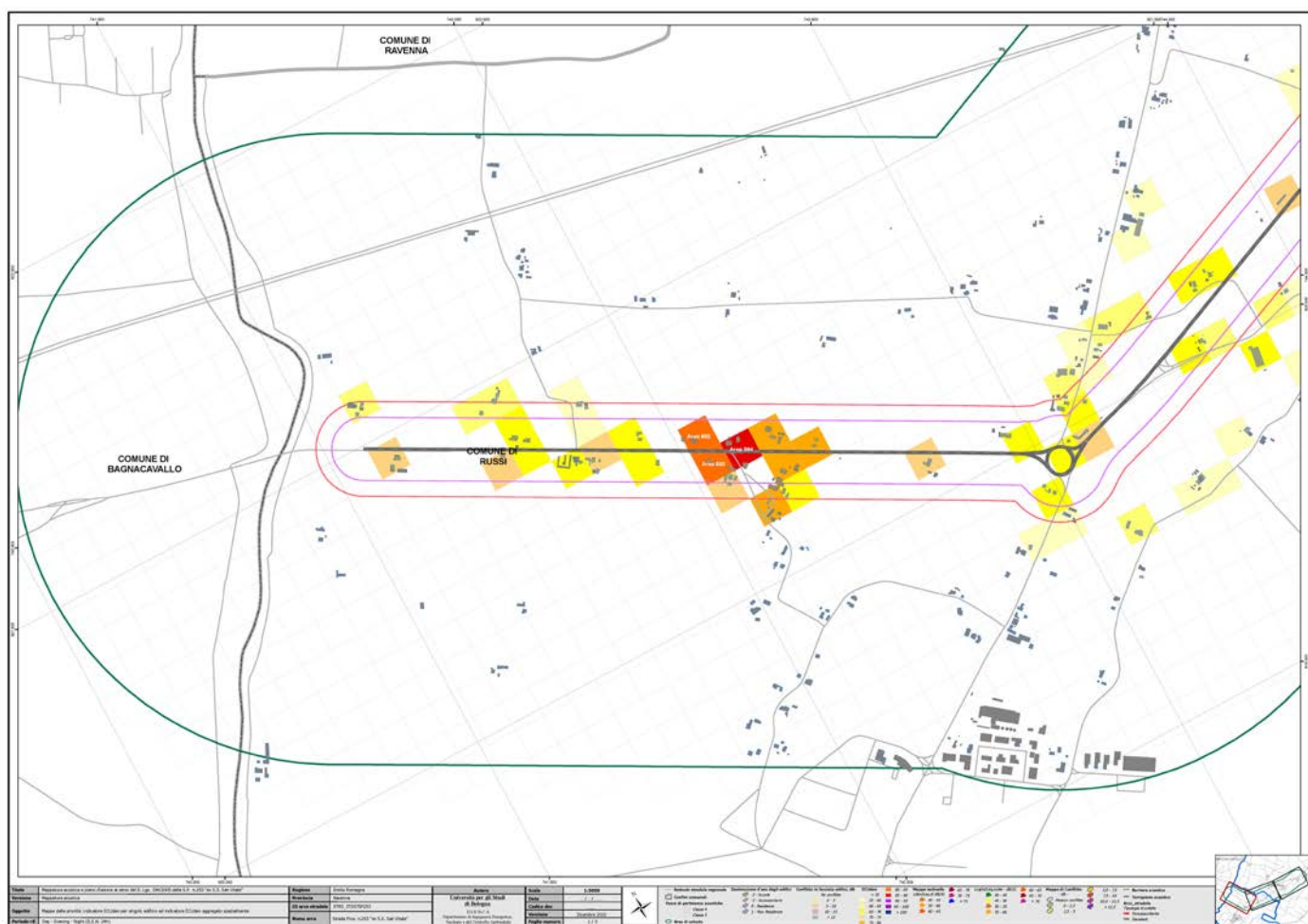


Figura 5. S.P. 253 ex S.S. San Vitale''. Mappa dell'indicatore ECU_{den} e mappa dell'indicatore ECU_{den} per singoli edifici.



3.5. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Descrizione degli interventi considerati

Sulla base delle indicazioni fornite dall'indicatore ECU_{den} è stato possibile stilare una lista ordinata di aree “critiche” da analizzare in dettaglio per valutare la necessità di interventi in base alla priorità stessa evidenziata.

La Tabella 2 mostra la caratterizzazione dell'intorno della strada in esame in cui sono state considerate “critiche” le aree con valori di ECU_{den} superiori a 80 (cfr. Linee Guida Regionali). Le aree critiche sono state ulteriormente raggruppate in macroaree in base alla posizione al fine di uniformare la scelta e la descrizione dell'intervento di mitigazione previsto. Per ogni area critica vengono fornite le seguenti informazioni:

- identificativo dell'area critica,
- descrizione qualitativa del tratto di infrastruttura ritenuta “critica”,
- numero di edifici analizzati (edifici residenziali, scolastici e con funzione sanitaria),
- popolazione analizzata (residenti, alunni o numero di posti letto),
- altezza media degli edifici,
- valore dell'indicatore ECU_{den} per aree, come risultante dalla mappatura acustica,
- valori massimi degli indicatori europei L_{den} e L_{night} per il ricettore maggiormente esposto, derivanti dalla mappatura acustica,
- conteggio della popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} superiori ai valori limite, derivante dalla mappatura acustica.



Tabella 2. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”: identificazione e caratterizzazione delle aree critiche sulla base dei risultati della mappatura acustica.

Identificativo dell'area critica	Descrizione arco stradale	Edifici analizzati, di cui edifici sanitari di cui edifici scolastici			Popolazione analizzata, di cui in edifici sanitari di cui in edifici scolastici			[Altezza media] _{edifici}	Mappatura Acustica ("MA")				
		[Lden] _{max} _{edificio} in dB(A) (valore massimo sul ricevitore più esposto)	[Lnight] _{max} _{edificio} in dB(A) (valore massimo sul ricevitore più esposto)	Popolazione esposta a Lden superiore ai valori limite	Popolazione esposta a Lnight superiore ai valori limite	Indicatore [ECUden] _{area}	[Lden] _{max} _{edificio} in dB(A) (valore massimo sul ricevitore più esposto)		[Lnight] _{max} _{edificio} in dB(A) (valore massimo sul ricevitore più esposto)	Popolazione esposta a Lden superiore ai valori limite	Popolazione esposta a Lnight superiore ai valori limite		
STRD_ITD57SP253_Area593	dal km 61+000 al km 61+600 (presso località Cortina, frazione del Comune di Russi)	3	0	0	23	0	0	7,0	81,5	69,8	61,1	8	23
STRD_ITD57SP253_Area594		3	0	0	40	0	0	8,0	85,6	71,0	62,3	26	40
STRD_ITD57SP253_Area662		2	0	0	23	0	0	8,0	82,4	69,2	60,5	23	23
STRD_ITD57SP253_Area1887	dal km 68+000 al km 70+000 circa	2	0	0	5	0	0	7,0	80,6	74,0	65,3	5	5
STRD_ITD57SP253_Area2205		3	0	0	9	0	0	7,0	82,0	72,9	64,2	9	9
STRD_ITD57SP253_Area2237		1	0	0	20	0	0	7,0	85,1	72,1	63,3	20	20



Sulla base di un'attenta considerazione delle mappe e delle tabelle sopra indicate, ed in particolare delle mappe di conflitto relative agli indicatori L_{den} e L_{night} e delle mappe dell'indice globale ECU_{den} sono stati individuati i seguenti interventi migliorativi da inserire nel piano d'azione.

1. dal km 61+000 al km 61+600 (presso località Cortina, frazione del Comune di Russi):
 - controllo del rispetto dei limiti di velocità (50 km/h) sull'infrastruttura originaria, **cod. intervento STRD_ITD57SP253IntV1** (le velocità “ante operam” utilizzate per l'aggiornamento della mappatura acustica sono: giorno 71 km/h, sera 78 km/h, notte 82 km/h).
2. dal km 68+000 al km 70+000 circa:
 - realizzazione di asfalto fonoassorbente (circa 2 km) (**cod. intervento STRD_ITD57SP253IntA1**);
 - controllo del rispetto dei limiti di velocità (50 km/h) sull'infrastruttura originaria, **cod. intervento STRD_ITD57SP253IntV2** (le velocità “ante operam” utilizzate per la mappatura acustica sono: giorno 73 km/h, sera 86 km/h, notte 90 km/h).

Per ogni intervento principale vengono fornite informazioni riguardanti il dimensionamento di massima dell'intervento, i costi di massima e l'effetto stimato sui ricettori più prossimi. Nello specifico le informazioni fornite sono:

- dimensionamento di massima e tipologia dell'intervento;
- costo stimato sulla base dei valori unitari forniti dalle Linee Guida Regionali;
- numero di edifici potenzialmente interessati dall'intervento in questione (per interventi estesi, come ad esempio la messa in opera di asfalto fonoassorbente, la finestra di analisi è stata presa pari all'estensione delle fasce di pertinenza infrastrutturali);
- valori massimi degli indicatori L_{den} , L_{night} , $[ECU_{den}]_{edificio}$ e $[ECU_{den}]_{area}$;
- riduzione media dei valori degli indicatori L_{den} , L_{night} , $[ECU_{den}]_{edificio}$;
- riduzione della popolazione esposta a valori di L_{den} e L_{night} , superiore ai valori limite rispetto alla situazione ante-operam.



Tabella 3. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”: identificazione degli interventi di mitigazione proposti:
dimensionamento di massima, costi di massima ed effetto stimato sui ricettori più prossimi.

CONTROLLO DEI LIMITI DI VELOCITÀ (Vmax = 50 km/h) cod.intervento STRD_ITD57SP2531 ntV1	<i>velocità medie anteoperam [km/h]</i>	70-80		
	<i>tipologia di intervento per controllo della velocità</i>	pannello dissuasore di velocità		
	<i>q.tà</i>	2		
	<i>costo unitario per intervento di controllo velocità</i>	€ 5.000		
	<i>costo stimato totale [€]</i>	€ 10.000		
	Valori calcolati all'interno del buffer di 150 m dall'asse stradale			
	<i>edifici interessati dall'intervento</i>	26		
	<i>popolazione interessata dall'intervento</i>	218		
		Ante Operam	Post Operam	Differenza
	<i>Livello massimo in facciata a 4 m L_{den}</i>	71,4	69,4	-2
	<i>Livello massimo in facciata a 4 m L_{night}</i>	62,7	59,9	-2,8
	<i>ECU_{den} edifici: valore massimo</i>	83,0	80,9	-2,1
	Elaborazioni sui valori calcolati in facciata agli edifici analizzati, compresi in un intorno di 150 metri dall'asse dell'infrastruttura			
	<i>Riduzione media dell'indicatore L_{den}</i>	1,9		
	<i>Riduzione media dell'indicatore L_{night}</i>	2,6		
<i>Riduzione media dell'indicatore ECU_{den}</i>	8,7			
<i>Riduzione del numero di esposti a valori di L_{den} superiori ai limiti</i>	38 / 66			
<i>Riduzione del numero di esposti a valori di L_{night} superiori ai limiti</i>	98 / 158			
ASFALTO FONOASSORBENTE, cod.intervento STRD_ITD57SP2531 ntA1 + CONTROLLO DEI LIMITI DI VELOCITÀ (Vmax = 50 km/h) cod.intervento STRD_ITD57SP2531 ntV2	<i>lunghezza [km]</i>	2		
	<i>larghezza media della carreggiata [m]</i>	7,0		
	<i>superficie stimata [m²]</i>	14000		
	<i>tipologia asfalto fonoassorbente (monostrato/doppio strato)</i>	monostrato		
	<i>costo unitario asfalto (sovrapprezzo rispetto ad asfalto compatto) [€/m²]</i>	€ 30		
	<i>costo stimato asfalto totale (sovrapprezzo rispetto ad asfalto compatto) [€]</i>	€ 420.000		
	<i>velocità medie anteoperam [km/h]</i>	70 - 90		
	<i>tipologia di intervento per controllo della velocità</i>	pannello dissuasore di velocità		
	<i>q.tà</i>	2		
	<i>costo unitario per intervento di controllo velocità</i>	€ 5.000		
	<i>costo stimato totale per intervento di controllo velocità [€]</i>	€ 10.000		
	Valori calcolati all'interno del buffer di 150 m dall'asse stradale			
	<i>edifici interessati dall'intervento</i>	66		
	<i>popolazione interessata dall'intervento</i>	373		



	Ante Operam	Post Operam	Differenza
<i>Livello massimo in facciata a 4 m L_{den}</i>	75,6	71,9	-3,7
<i>Livello massimo in facciata a 4 m L_{night}</i>	67,3	63,3	-4
<i>ECU_{den} edifici: valore massimo</i>	82,3	78,7	-3,6
<i>Riduzione media dell'indicatore L_{den}</i>	3,1		
<i>Riduzione media dell'indicatore L_{night}</i>	3,3		
<i>Riduzione media dell'indicatore ECU_{den}</i>	7,6		
<i>Riduzione del numero di esposti a valori di L_{den} superiori ai limiti</i>	15 / 50		
<i>Riduzione del numero di esposti a valori di L_{night} superiori ai limiti</i>	53 / 89		

A seguito della individuazione degli interventi di mitigazione acustica, per ogni area critica esaminata viene effettuata una stima dei benefici attesi in termini di riduzione dei livelli massimi in facciata e di popolazione esposta. Si veda la Tabella 4.



Tabella 4. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”: caratterizzazione degli interventi di mitigazione proposti per area critica.

Identificativo dell'area critica	Descrizione arco stradale	Indicatore [ECUden] _{area} [Lden] _{max} edificio in dB(A) (valore massimo sul ricettore più esposto) [Lnight] _{max} edificio in dB(A) (valore massimo sul ricettore più esposto) Popolazione esposta a Lden superiore ai valori limite Popolazione esposta a Lnight superiore ai valori limite					INTERVENTI PROPOSTI NEL PIANO D'AZIONE	Indicatore [ECUden] _{area} confronto (Piano d'A. - Mapp. Ac.) [Lden] _{max} edificio in dB(A) (valore massimo sul ricettore più esposto) confronto (Piano d'A. - Mapp. Ac.) [Lnight] _{max} edificio in dB(A) (valore massimo sul ricettore più esposto) confronto (Piano d'A. - Mapp. Ac.) Popolazione esposta a Lden superiore ai valori limite confronto (Piano d'A. - Mapp. Ac.) Popolazione esposta a Lnight superiore ai valori limite confronto (Piano d'A. - Mapp. Ac.)									
		Mappatura Acustica ("MA")						Piano d'Azione ("PA")									
STRD_ITD57SP253_Area593	dal km 61+000 al km 61+600 (presso località Cortina, frazione del Comune di Russi)	81,5	69,8	61,1	8	23	RIDUZIONE E CONTROLLO DEI LIMITI DI VELOCITÀ (V _{max} = 50 km/h) cod.intervento STRD_ITD57SP253IntV1	79,5	-2,0	67,8	-2,0	58,2	-2,9	8	0	8	-15
STRD_ITD57SP253_Area594		85,6	71,0	62,3	26	40		83,5	-2,1	68,9	-2,1	59,3	-3,0	16	-10	26	-14
STRD_ITD57SP253_Area662		82,4	69,2	60,5	23	23		80,3	-2,1	67,1	-2,1	57,5	-3,0	0	-23	15	-8



STRD_ITD57SP253_Area1887	dal km 68+000 al km 70+000 circa	80,6	74,0	65,3	5	5	ASFALTO FONOASSORBENTE, cod.intervento STRD_ITD57SP253IntA 1 + eventuale intervento diretto ai ricettori	RIDUZIONE E CONTROLLO DEI LIMITI DI VELOCITÀ (V_{max} = 50 km/h) cod.intervento STRD_ITD57SP253IntV2	76,3	-4,3	69,7	-4,3	59,8	-5,5	5	0	5	0
STRD_ITD57SP253_Area2205		82,0	72,9	64,2	9	9			77,6	-4,4	68,5	-4,4	58,6	-5,6	6	-3	8	-1
STRD_ITD57SP253_Area2237		85,1	72,1	63,3	20	20			80,8	-4,3	67,8	-4,3	57,8	-5,5	20	0	20	0



3.6. S.P. 253 ex S.S. San Vitale” - Risultati previsti del piano d’azione

I risultati delle elaborazioni, disponibili anche su supporto ottico, per ognuna delle configurazioni di simulazione sopra elencate, sono presentati in:

1. Mappe delle curve isolivello dei descrittori L_{den} e L_{night}
2. Tabelle della popolazione esposta (in termini di L_{den} e L_{night})
3. Tabelle delle facciate silenziose (in termini di L_{den} e L_{night})
4. Carte dei valori limite, espressi tramite i descrittori L_{den} e L_{night}
5. Mappe di conflitto, cioè delle differenze tra i livelli simulati e i valori riportati sulle carte dei valori limite realizzate (in termini di L_{den} e L_{night})
6. Elaborazioni sugli edifici (in un’unica copertura GIS sono state raccolte tutte le informazioni riguardanti le elaborazioni sugli edifici. All’interno della tabella allegata ai file GIS sono presenti i campi relativi a tutte le configurazioni di simulazione analizzate)
7. Carte dei valori dell’indicatore globale di criticità ECU_{den}

Inoltre, al fine di evidenziare la situazione finale a seguito degli interventi previsti, sono state effettuate specifiche elaborazioni nei descrittori propri della legislazione italiana. Di seguito sono riportate le ulteriori mappe prodotte:

8. Mappe delle curve isolivello dei descrittori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$,
9. Tabelle della popolazione esposta (in termini di $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$)
10. Mappe di conflitto, in termini di impatto sui singoli edifici (in termini di $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$)
11. Elaborazioni sugli edifici (in un’unica copertura GIS sono state raccolte tutte le informazioni riguardanti le elaborazioni sugli edifici. All’interno della tabella allegata ai file GIS sono presenti i campi relativi a tutte le configurazioni di simulazione analizzate)

3.6.1 Mappe acustiche in termini degli indicatori L_{den} e L_{night}

Le mappe acustiche sono riportate in Figura 6 e Figura 7.



3.6.2 Calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e

L_{night}

Il calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini degli indicatori L_{den} e L_{night} è stato ripetuto nella situazione prevista dopo l'applicazione del piano d'azione.

Tabella 5. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”: calcolo della popolazione esposta e delle facciate silenziose in termini di L_{den} e L_{night}

POPOLAZIONE ESPOSTA	L_{den}	Mappatura acustica	Piano d'azione	CONFRONTO
	<55	922	987	66
	55-60	295	331	37
	60-65	184	139	-45
	65-70	141	171	30
	70-75	93	5	-88
	>75	0	0	0
	L_{night}			
	<50	1117	1218	101
	50-55	247	227	-20
	55-60	130	179	50
	60-65	134	10	-124
	65-70	7	0	-7
	>70	0	0	0

EDIFICI ANALIZZATI	L_{den}	Mappatura acustica	Piano d'azione	CONFRONTO
	<55	683	719	36
	55-60	188	164	-24
	60-65	64	66	2
	65-70	52	67	15
	70-75	34	5	-29
	>75	0	0	0
	L_{night}			
	<50	822	835	13
	50-55	100	107	7
	55-60	52	67	15
	60-65	43	12	-31
	65-70	4	0	-4
	>70	0	0	0



EDIFICI ANALIZZATI CON FACCIATE SILENZIOSE	<i>L</i> _{den}	Mappatura acustica	Piano d'azione	CONFRONTO
	<55	3	6	3
	55-60	5	2	-3
	60-65	1	1	0
	65-70	5	6	1
	70-75	0	0	0
	>75	0	0	0
	<i>L</i> _{night}			
	<50	6	7	1
	50-55	3	2	-1
	55-60	4	5	1
	60-65	1	1	0
	65-70	0	0	0
	>70	0	0	0

3.6.3 Mappe di conflitto in termini degli indicatori *L*_{den} e *L*_{night}

Queste carte sono state prodotte espressamente per permettere una migliore elaborazione del piano d'azione.

Le mappe di conflitto individuano le aree critiche quantificando l'impatto prodotto dalle sorgenti ai ricettori in termini di superamento dei valori limite.

Per la fase di predisposizione del piano d'azione, le mappe di conflitto (residuo dopo gli interventi pianificati) sono state prodotte solamente in termini di impatto sui singoli edifici. Non sono state prodotte mappe di conflitto in termini di impatto globale sul territorio in quanto non erano disponibili le Zonizzazioni Acustiche Comunali in formato vettoriale.

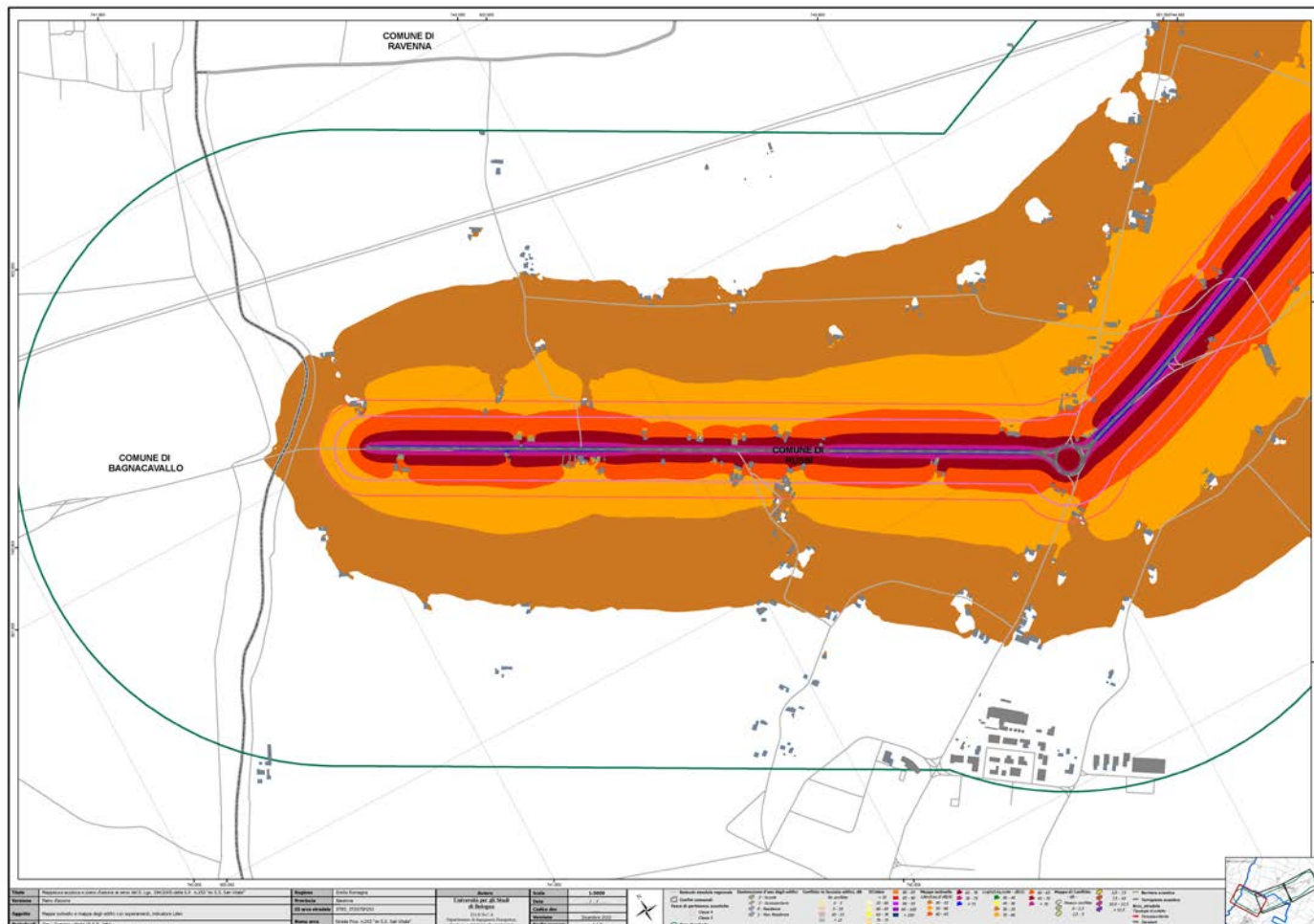


Figura 6. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”. Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di L_{den} in dB(A) dopo gli interventi pianificati (cfr. 3.5).

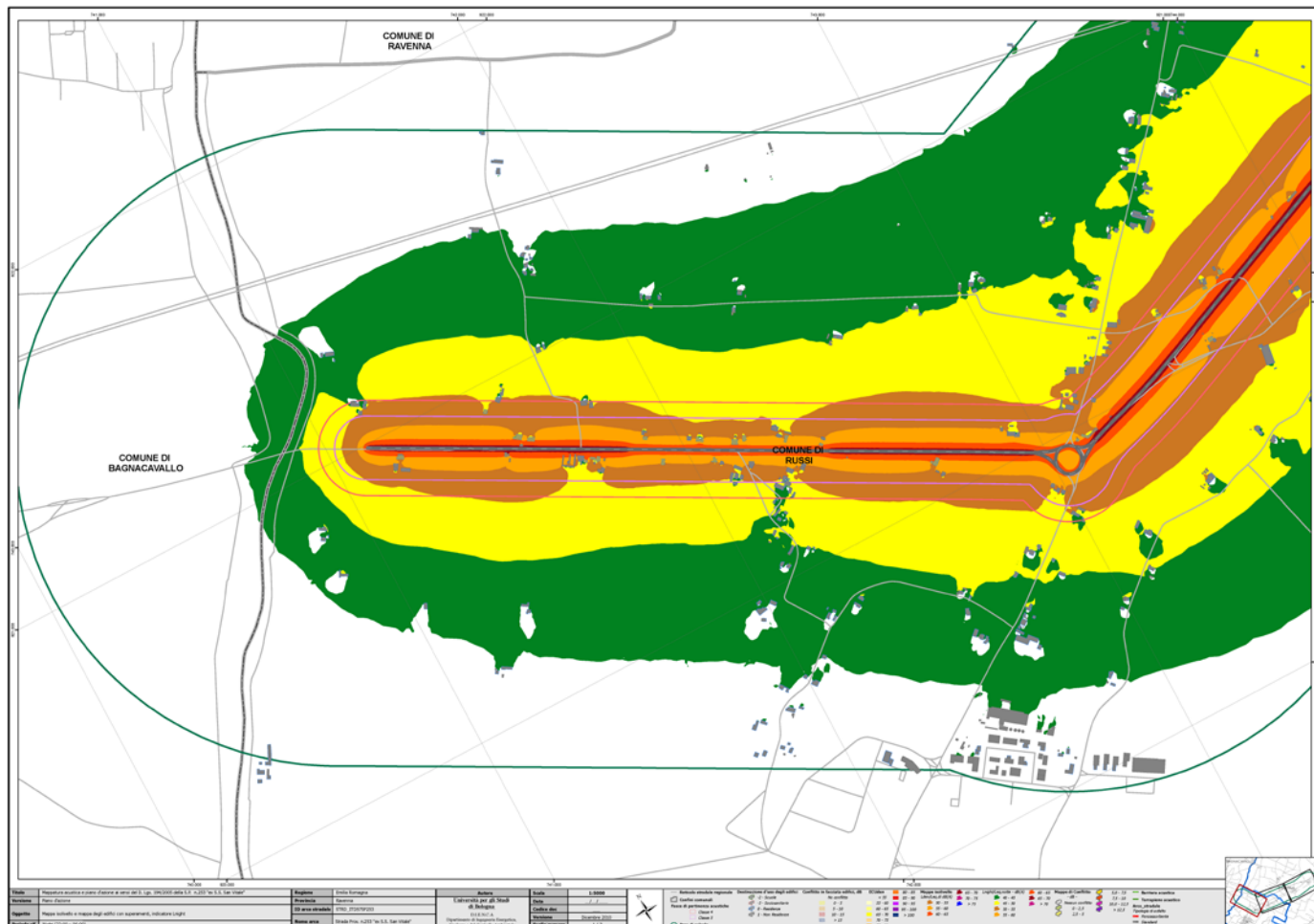


Figura 7. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”. Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di L_{night} in dB(A) dopo gli interventi pianificati (cfr. 3.5).



3.6.4 Mappe dei valori di ECU_{den}

Queste carte sono state prodotte espressamente per permettere una migliore elaborazione del piano d'azione.

Per la predisposizione del piano d'azione le mappe dei valori di ECU_{den} sono state prodotte sia dettagliate per singolo edificio, sia aggregate per aree più vaste (griglia a maglia regolare con passo di 100 m).

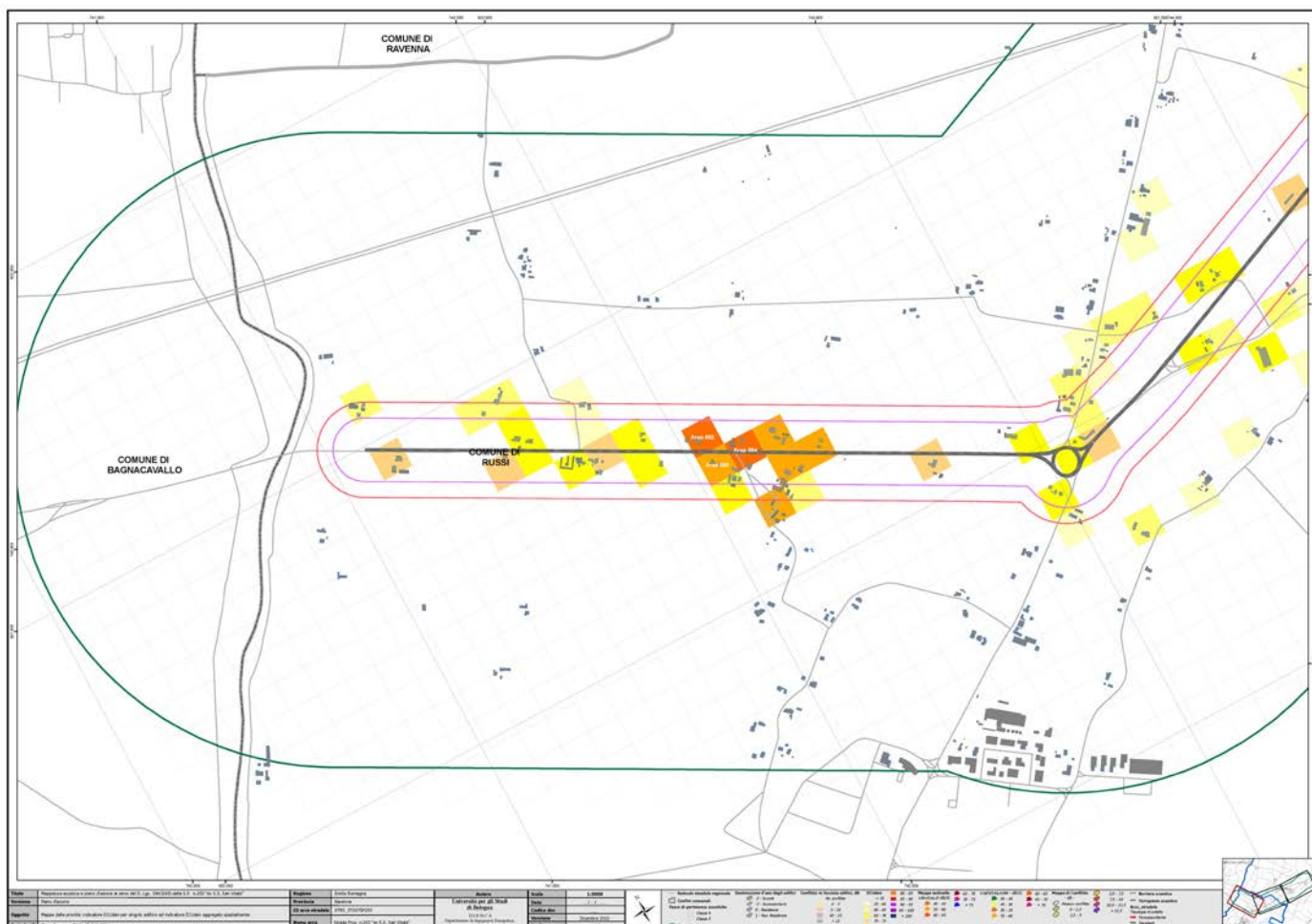


Figura 8. S.P. 253 ex S.S. San Vitale". Mappa dell'indicatore ECU_{den} e mappa dell'indicatore ECU_{den} per singoli edifici dopo gli interventi pianificati (cfr. 3.5).



3.6.5 Mappe acustiche in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$

Le mappe acustiche sono riportate in Figura 9 ed in Figura 10.

3.6.6 Calcolo della popolazione esposta in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$

Il calcolo è aggiornato alla data nominale del 15 maggio 2011 con i nuovi dati resisi disponibili dopo il termine dell'elaborazione del primo ciclo di mappatura.

Tabella 6. S.P. 253 ex S.S. San Vitale”: calcolo della popolazione esposta in termini di $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$ dopo gli interventi pianificati

POPOLAZIONE ESPOSTA	$L_{Aeq,diurno}$	Piano d'azione
	<55	990
	55-60	243
	60-65	193
	65-70	161
	70-75	47
	>75	0
	$L_{Aeq,notturno}$	
	<50	1014
	50-55	365
	55-60	163
	60-65	91
	65-70	1
	>70	0

EDIFICI ANALIZZATI	$L_{Aeq,diurno}$	Piano d'azione
	<55	735
	55-60	140
	60-65	66
	65-70	60
	70-75	20
	>75	0
	$L_{Aeq,notturno}$	
	<50	749
	50-55	159
	55-60	71
	60-65	40
	65-70	2
	>70	0



3.6.7 Mappe di conflitto in termini degli indicatori $L_{Aeq,di}$ e $L_{Aeq,notte}$

Queste carte sono state prodotte espressamente per permettere una migliore elaborazione del piano d'azione.

Le mappe di conflitto individuano le aree critiche quantificando l'impatto prodotto dalle sorgenti ai ricettori in termini di superamento dei valori limite.

Per la fase di predisposizione del piano d'azione, le mappe di conflitto sono state prodotte solamente in termini di impatto sui singoli edifici.

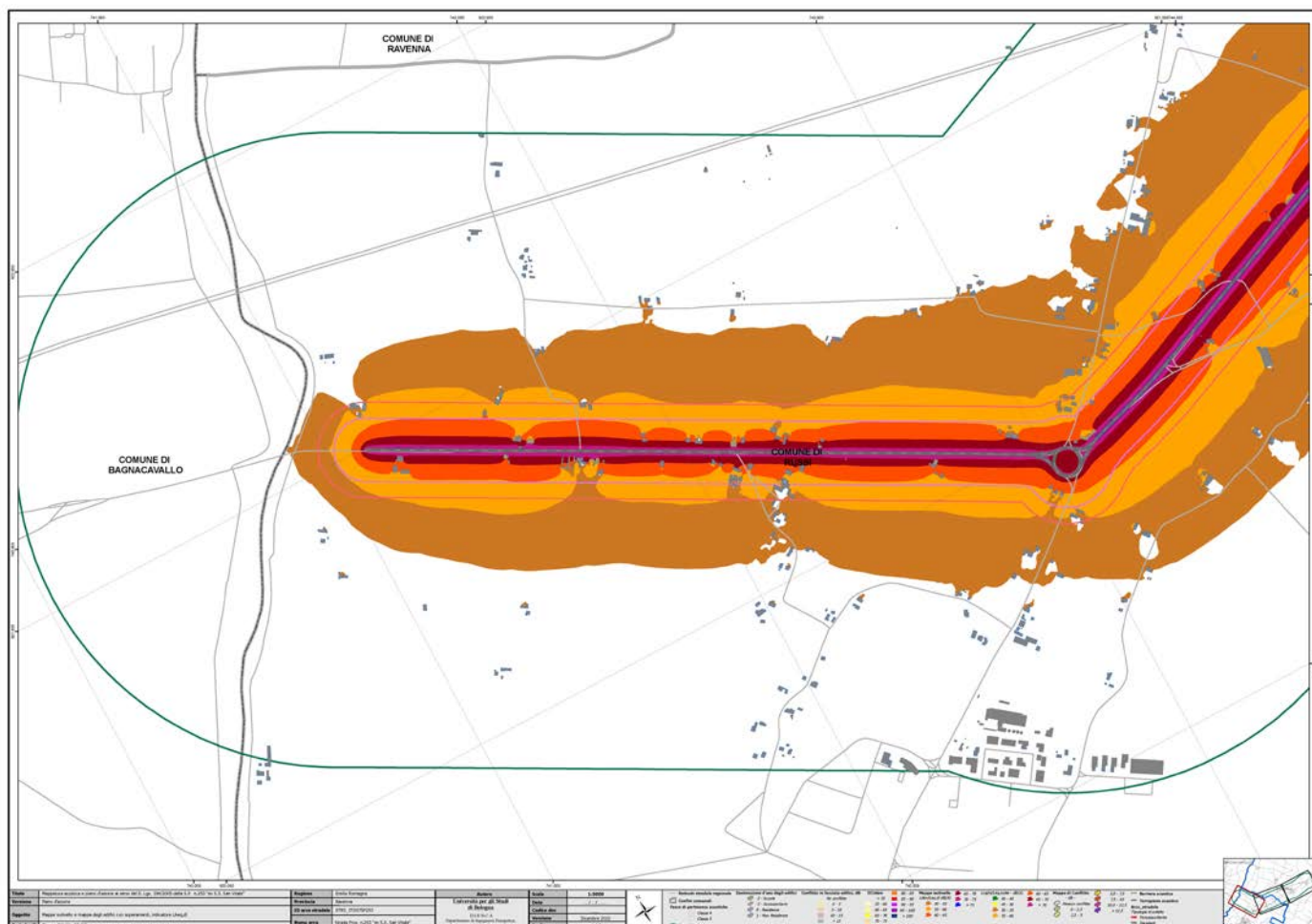


Figura 9. S.P. 253 ex S.S. San Vitale". Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di $L_{Aeq,di}$ in dB(A) dopo gli interventi pianificati (cfr. 3.5).

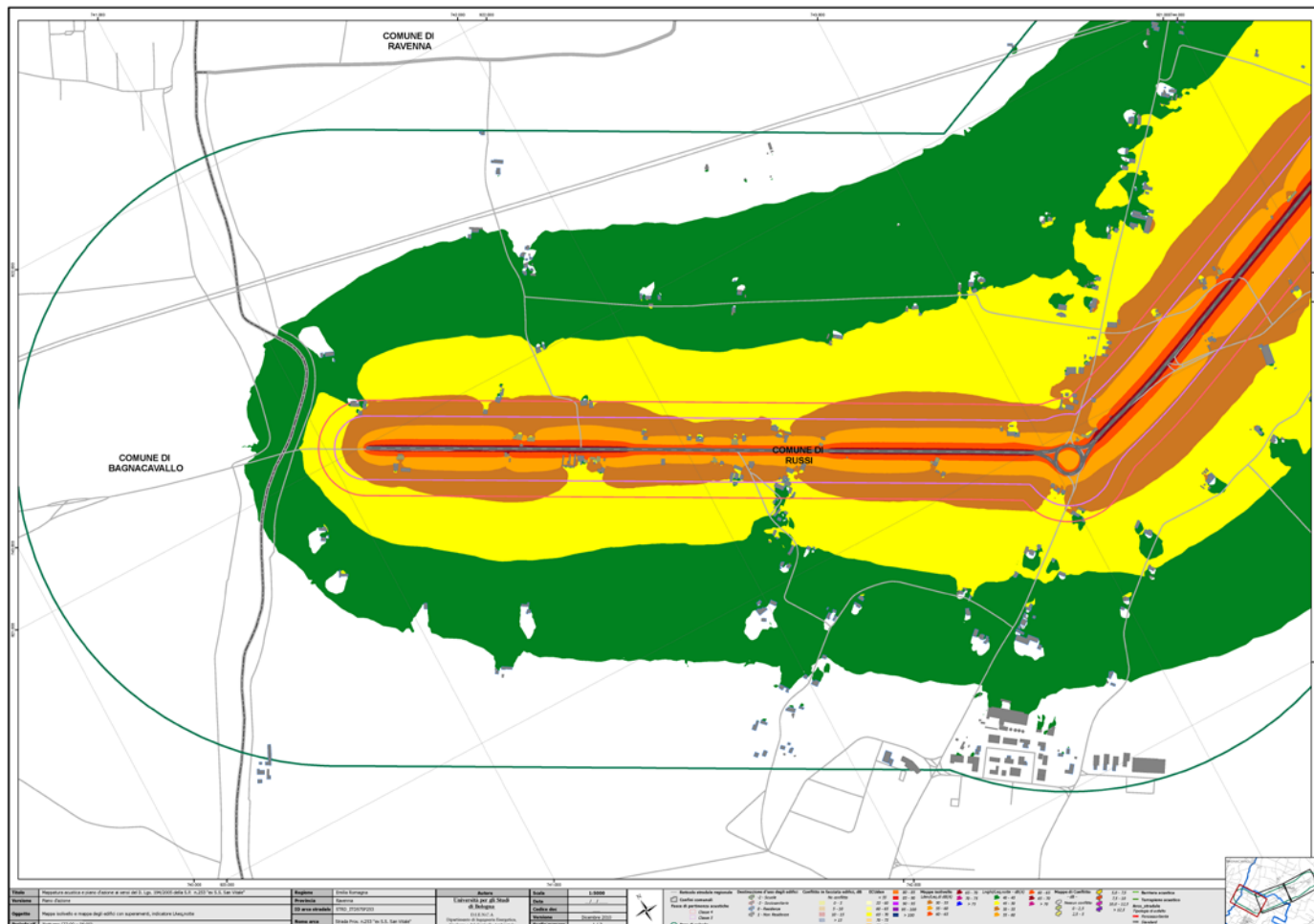


Figura 10. S.P. 253 ex S.S. San Vitale". Mappa isolivello e mappa di conflitto per singoli edifici in termini di $L_{Aeq,notte}$ in dB(A) dopo gli interventi pianificati (cfr. 3.5).



4. Riferimenti bibliografici

4.1. Disposizioni legislative nazionali

- [1] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991, Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (G.U.R.I. n. 57 del 8/3/1991).
- [2] Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Suppl. Ord. n. 125 alla G.U.R.I. n. 254 del 30/10/1995).
- [3] Decreto Ministeriale 31 ottobre 1997, Metodologia di misura del rumore aeroportuale (G.U.R.I. n. 267 del 15/11/1997).
- [4] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U.R.I. n. 280 del 1/12/1997).
- [5] Decreto Ministeriale 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U.R.I. n. 76 del 1/4/1998).
- [6] Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459, Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario (G.U.R.I. n. 2 del 4/01/1999).
- [7] Decreto Ministeriale 29 Novembre 2000, Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, (G.U.R.I. n. 285 del 6/12/2000).
- [8] Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004 , n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (G.U.R.I. n. 127 del 1/6/2004).
- [9] Decreto Legislativo 17 gennaio 2005, n. 13, Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari (G.U.R.I. n. 39 del 17/2/2005).



-
- [10] Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (Suppl. Ord. G.U.R.I. n. 93 del 22/4/2005).
- [11] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).
- [12] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 195, Attuazione della Direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).

4.2. Altri documenti nazionali

- [13] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Specifiche tecniche per la realizzazione e la consegna della documentazione digitale relativa a: Mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05 [11]); Piani di contenimento ed abbattimento del rumore delle infrastrutture di trasporto di interesse nazionale o di più regioni (Legge 447/95), terza bozza, 29 Marzo 2007.

4.3. Disposizioni legislative regionali

- [14] Legge Regionale Emilia-Romagna 9 maggio 2001, n. 15, Disposizioni in materia di inquinamento acustico (B.U.R. n. 62 del 11/5/2001).
- [15] Delibera della Giunta Regionale 9 ottobre 2001, n. 2053, Criteri e condizioni per la classificazione acustica nel territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9-5-2001, n. 15 recante 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico' (B.U.R. n. 155 del 31/10/2001).
- [16] Delibera della Giunta Regionale 21 gennaio 2002, n. 45, Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'articolo 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico' (Prot. n. (AMB/01/24223).
- [17] Delibera della Giunta Regionale 14 aprile 2004, n. 673, Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante Disposizioni in materia di inquinamento acustico, (Prot. n. AMB/04/24465).



4.4. Documenti dell'Unione Europea

- [18] Direttiva Europea 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, G.U.C.E. L 257 del 10 ottobre 1996.
- [19] Direttiva Europea 2002/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 marzo 2002 che istituisce norme e procedure per l'introduzione di restrizioni operative ai fini de contenimento del rumore negli aeroporti della Comunità, G.U.C.E. L 85-40 del 28 marzo 2002.
- [20] Direttiva Europea 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (END).
- [21] Raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003, Concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità, G.U.C.E. L 212/49-64 del 22 agosto 2003.
- [22] ECAC-CEAC, Doc. 29 - Report on standard method of computing noise contours around civil airports, 1997.
- [23] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects, Valuation of noise, 2003.
- [24] Symonds Group, Definition, identification and preservation of urban & rural quiet areas. Final report, July 2003.
- [25] European Commission DG Environment, Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping, Final Report AR-INTERIM-CM (CONTRACT:B4-3040/2001/329750/MAR/C1), 2003.
- [26] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects (WG-HEALTH), Position paper on *Valuation of noise*, December 2003.
- [27] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects(WG-HEALTH), Position paper on *Dose-effect relationships for night time noise*, 11 November 2004.



-
- [28] European Commission Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure (GPG), Vr. 2, 13 August 2007.
- [29] EC – DG ENV, Reporting Mechanism proposed for reporting under the Environmental Noise Directive 2002/49/EC, Overview – October 2007.
- [30] EC – DG ENV, Reporting Mechanism proposed for reporting under the Environmental Noise Directive 2002/49/EC, Handbook (including data specification) – October 2007.
- [31] European Commission Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Presenting Noise Mapping Information to the Public, December 2007.
- [32] European Commission Working Group - Expert Panel on Noise (EPoN), Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA Technical Report n. 11/2010.

4.5. Norme tecniche

- [33] UNI 9884, Acustica - Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale.
- [34] UNI 10855, Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti.
- [35] UNI 11160, Linee guida per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra.
- [36] UNI 11252, Acustica - Procedure di conversione dei valori di L_{Aeq} diurno e notturno e di L_{VA} nei descrittori L_{den} e L_{night} .
- [37] UNI 11296, Acustica - Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto.
- [38] UNI/TR 11326, Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali.
- [39] UNI/TS 11387, Acustica - Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica – Modalità di stesura delle mappe.



-
- [40] UNI/TR 11327, Acustica - Criteri per la predisposizione dei piani d'azione destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti.
- [41] UNI EN ISO 11819-1 Acustica - Misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico - Metodo statistico applicato al traffico passante
- [42] UNI EN ISO 3095, Applicazioni ferroviarie - Acustica - Misurazione del rumore emesso dai veicoli su rotaia.
- [43] UNI 11143-1, Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 1: Generalità.
- [44] UNI 11143-2, Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 2: Rumore stradale.
- [45] UNI 11143-3, Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario.
- [46] UNI 11143-5, Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali).
- [47] UNI 11143-6, Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 6: Rumore da luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo.
- [48] UNI EN 1793-1 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 1: Caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico.
- [49] UNI EN 1793-2 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 2: Caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea.
- [50] UNI EN 1793-3 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 3: Spettro normalizzato del rumore da traffico.
- [51] UNI CEN/TS 1793-4 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 4: Caratteristiche intrinseche - Valori in situ della diffrazione sonora.
-



-
- [52] UNI CEN/TS 1793-5 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Caratteristiche intrinseche - Parte 5: Valori in sito della riflessione sonora e dell'isolamento acustico per via aerea.
- [53] UNI EN 1794-1 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Prestazioni non acustiche - Parte 1: Prestazioni meccaniche e requisiti di stabilità.
- [54] UNI EN 1794-2 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Prestazioni non acustiche - Parte 2: Requisiti generali di sicurezza e ambientali.
- [55] UNI EN 14389-1:2008 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Procedure di valutazione delle prestazioni a lungo termine - Parte 1: Requisiti acustici.
- [56] UNI EN 14389-2:2005 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Procedure di valutazione delle prestazioni a lungo termine - Parte 2: Requisiti non acustici.
- [57] UNI EN 14388:2005 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale – Specifiche.
- [58] UNI EN 12354-1, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- [59] UNI EN 12354-2, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- [60] UNI EN 12354-3, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- [61] UNI EN ISO 11690-2, Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore.
- [62] UNI ISO 1996-1 Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione.
- [63] UNI ISO 1996-2 Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 2: Determinazione dei livelli di rumore ambientale.
- [64] UNI ISO 14063, Gestione ambientale - Comunicazione ambientale - Linee guida ed esempi.
- [65] ISO 9613-2, Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2 - General method of calculation.
-



4.6. Progetti europei, report EEA

- [66] R. Nota, R. Barelds, D. van Maercke, Harmonoise WP3 Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning, Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20, 20 January 2005.
- [67] P. de Vos, M. Beuving, E. Verheijen, Final technical report - Deliverable 4 of the Harmonoise project, Technical Report HAR7TR041213AEAT03, 25 February 2005.
- [68] Imagine Report, Determination of L_{den} and L_{night} using measurements, Imagine Report IMA32TR-040510-SP08, 4 January 2006.
- [69] Imagine Report, Description of the Source Database - WP7: Industrial Noise, Imagine Report IMA07TR-050418-DGMR01, Deliverable D6.
- [70] Imagine Report, Industrial noise: measurement methods - IMA07TR-050418-MBBM03 - Imagine Project.
- [71] Imagine Report, Guidelines for producing strategic noise maps on industrial sources, Imagine Report IMAWP7D14-060811-DGMR03, Deliverable D14.
- [72] EEA, CORINE Land Cover; technical guide - Addendum 2000, Technical report n. 40, 2000.
- [73] ISPRA, La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000, Rapporto n. 36, 2005.
- [74] EEA, CLC 2006 Technical Guidelines, Technical report n. 17, 2007.
- [75] Silence Project, Practitioner handbook for local noise actions plans, <http://www.silence-ip.org>.
- [76] M. Bérengier, J. Picaut, Methods for noise control by traffic management: impact of speed reducing equipments, Silence Project, Deliverable H.R2 <http://www.silence-ip.org>.

4.7. Letteratura scientifica e tecnica

- [77] Miedema H.M., Vos H., Exposure-response relationships for transportation noise, J. Acoust. Soc. Am., **104**(6) (1998).
- [78] Sandberg U., Ejsmont J. A., Tyre/road Noise - Reference Book, INFORMEX (2002).



-
- [79] Gaja E., Gimenez A., Sanchi S., Reigh A., Sampling techniques for the estimation of the annual equivalent noise level under urban traffic conditions, *Appl. Acoust.*, **64**, 43-53 (2003).
- [80] Manvell D., Software strategies in noise mapping, *Proc. Inter-Noise 2003*, Jeju.
- [81] Stapelfeldt H., Manvell D., Optimising uncertainty and calculation time, *Proc. Forum Acusticum 2005*, Budapest.
- [82] Hartog van Banda E., Stapelfeldt H., Implementing prediction standards in calculation software – The various sources of uncertainty, *Proc. Forum Acusticum 2005*, Budapest.
- [83] Manvell D., Hartog van Banda E., Stapelfeldt H., The Nordtest method of quality assurance of environmental noise calculation methods in software – Practical experiences, *Proc. Euronoise 2006*, Tampere.
- [84] Hepworth P., Trow J., Hii V., Reference settings in noise mapping software – A comparison of the speed of calculation for different software, *Proc. Euronoise 2006*, Tampere.
- [85] Hepworth P., Trow J., Hii V., User controlled settings in noise mapping software – The effect on calculation speed and accuracy, *Proc. Euronoise 2006*, Tampere.
- [86] Probst W., Noise calculation strategies, *Proc. Euronoise 2006*, Tampere.
- [87] Schulte-Fortkamp B., Brocks B., Bray W., Soundscape: Wahrnehmung und Wissen neuer Experten bestimmen die Vorgehensweise in der Postmoderne des Community Noise, in *Lärmbekämpfung*, Vol. 2 n. 6, 2007.
- [88] Semidor C., Soundscape approach as a tool for urban design. Second part: “Frequentation, use and sound environment perception in four cities in Europe: Barcelona, Bristol, Brussels and Genoa”, *Silence project deliverable I.D5*, 2007.
- [89] *SoundPLAN user’s manual - Version 6.4*, Braunstein + Berndt GmbH/SoundPLAN LLC, Backnang, 2007.
- [90] *Integrated Noise Model (INM) Version 7.0 User’s Guide*, FAA, Washington DC, 2008.
- [91] S. Kephelopoulos, M. Paviotti, Advancement in the development of European common noise assessment methods: where are we?, *Euronoise 2009*, Edinburgh, Scotland.
- [92] Clairbois, J-P., Houtave P., Establishing priorities for ground transport noise in END action plans, *Proc. Inter-Noise 2009*, Ottawa.
-



-
- [93] Garai M., Fattori D., Barbaresi L., Guidorzi P., “La mappa acustica strategica dell’agglomerato di Bologna ai sensi del D. Lgs. 194/05” (relazione ad invito), Atti XXXVI Convegno A.I.A. Torino, Paper S1B-1, 1-6 (2009).
- [94] Bellucci P., Borchi F., Bellomini R., Garai M., Luzzi S., Criteri tecnici e considerazioni per l’attuazione delle disposizioni comunitarie, Atti del Seminario AIA-GAA “Riflessioni e proposte per l’evoluzione della legislazione sul rumore ambientale”, Siracusa, 26 maggio 2010.

4.8. Esempi di buona pratica

- [95] Bruiparif: <http://www.bruitparif.it>
- [96] Municipalità di Munich: <http://www.muenchen.de/umweltatlas>
- [97] IVU-Umwelt GmbH: <http://www.ivu-umwelt.de>
- [98] SMILE: http://www.smile.europe.org/PDF/guidelines_noise_en.pdf
- [99] Planungsbüro Richter-Richard: <http://www.prr.de/index.htm>
- [100] Planungsbüro Richter-Richard:
http://www.norderstedt.de/static/de/8_0/8_179/8_4556/8_5359/8_5372/20205.pdf
- [101] IBGE - Bruxelles Environnement: <http://www.ibgebim.be>
- [102] Renova : <http://www.renova.se>