

## **Autostrada BS-VR-VI-PD S.p.A.**

### ***Aree di criticità e piano di risanamento acustico***



### ***Piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore***

**Decreto Ministero Ambiente 29/11/2000**



## **Indice**

### **1. PREMESSA**

### **2. ANALISI DELLA NORMATIVA**

### **3. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE A COMUNI, REGIONI E MINISTERO DELL'AMBIENTE**

- 3.1 Appendice A – inquadramento cartografico, corridoio di indagine e classificazione degli edifici
- 3.2 Appendice B – aree di criticità acustica
- 3.3 Appendice C – piano di risanamento
- 3.4 Scheda di sintesi

### **4. PIANO DEGLI INTERVENTI DI ABBATTIMENTO E CONTENIMENTO DEL RUMORE**

- 4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale
- 4.2 Modello di simulazione acustica
- 4.3 Campagna dei rilievi strumentali
  - 4.3.1 Emissione acustica dei traffici autostradali
  - 4.3.2 Immissione in punti caratteristici
- 4.4 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica
- 4.5 Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali
- 4.6 Censimento delle aree di criticità acustica
- 4.7 Piano degli interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore
  - 4.7.1 Individuazione delle aree da risanare
  - 4.7.2 Tipologie di intervento
    - 4.7.2.1 Interventi sulla sorgente
    - 4.7.2.2 Interventi sulle vie di propagazione
    - 4.7.2.3 Interventi sul ricettore
  - 4.8 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi
  - 4.9 Calcolo degli indici di priorità
  - 4.10 Valutazione dei costi d'intervento
  - 4.11 Verifica degli interventi

### **5. FASE ATTUATIVA DEL PIANO DEGLI INTERVENTI DI CONTENIMENTO ED ABBATTIMENTO**

### **6. CONCLUSIONI**

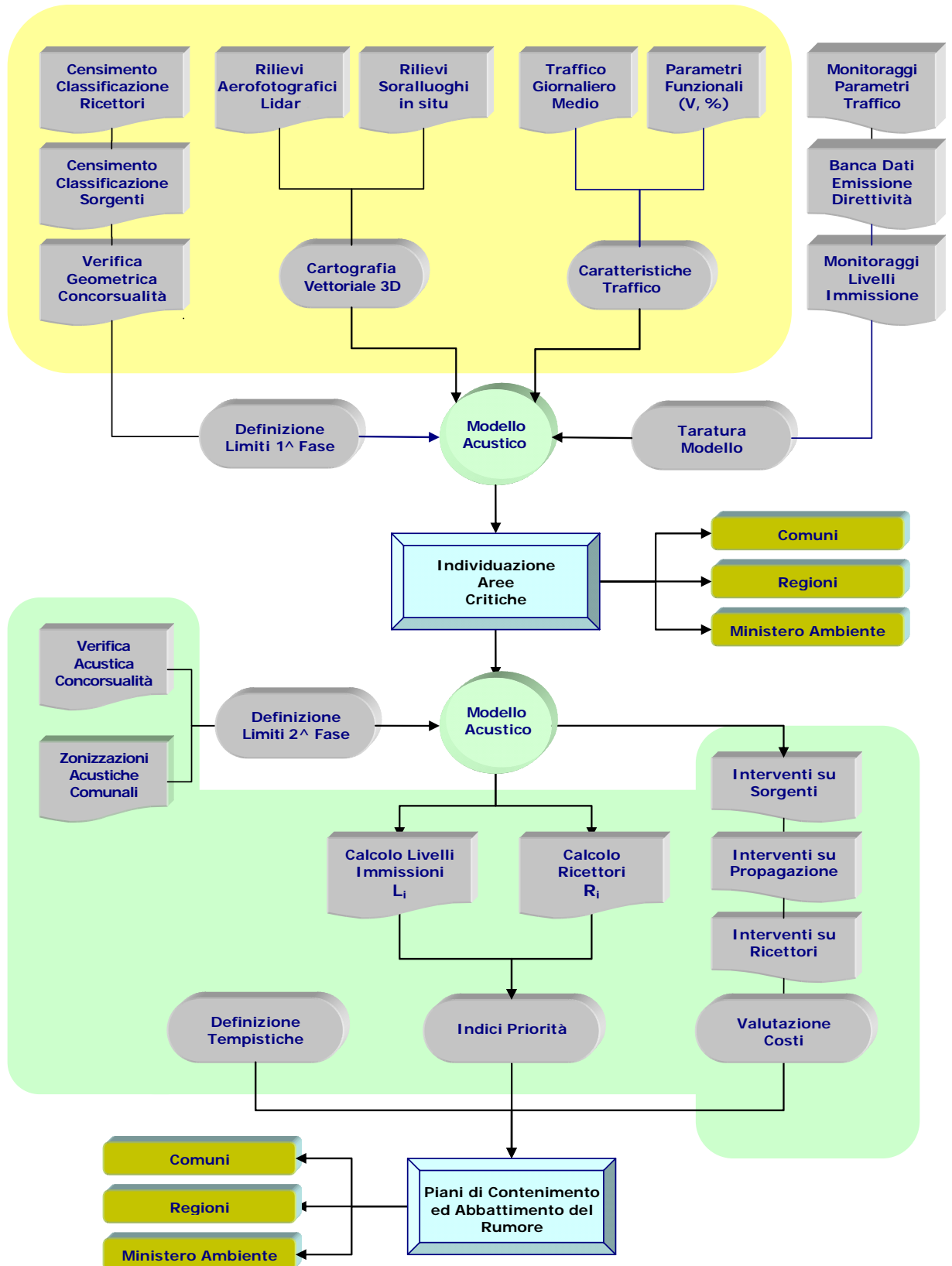
## 1. Premessa

Nella presente relazione tecnica sono illustrate le attività svolte da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd per la predisposizione del piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore generato dal traffico che scorre sulla propria rete. Il documento, assieme agli allegati grafici descritti nel capitolo 3, costituisce l'adempimento formale di quanto previsto nel Decreto del Ministero dell'Ambiente 29/11/2000, circa la comunicazione da fornire agli enti interessati (Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) relativamente agli interventi di mitigazione acustica (priorità, costi, tempistiche).

Il presente documento è articolato nei seguenti punti:

- Analisi della Normativa
- Modalità di presentazione a Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente
- Piano degli Interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore
  - Cartografia della rete autostradale
  - Descrizione del modello di simulazione acustica
  - Rilievi di emissione acustica del traffico autostradale
  - Rilievi di immissione in punti caratteristici lungo la rete autostradale
  - Taratura e verifica del modello di simulazione acustica
  - Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali
  - Individuazione delle aree da risanare
  - Tipologie di intervento
  - Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi
  - Calcolo degli Indici di Priorità
  - Valutazione dei costi d'intervento
- Conclusioni

Lo schema funzionale secondo cui sono state eseguite le attività è riportato nella seguente figura:



Il piano di risanamento acustico si riferisce all'intera rete di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd (vedi figura seguente), ovvero ad oltre 240 km di infrastrutture stradali, differenziate fra autostrade (187 km), tangenziali (Verona Est e Sud, Vicenza Sud, Limena, Padova Nord, variante di Lonato) e raccordi autostradali che interessano 2 regioni e 4 province, attraversando il territorio di oltre 54 comuni.



La relazione è completata dai seguenti allegati:

Appendice A : Corridoio di indagine, classificazione degli edifici e punti di misura

Appendice B : Aree di criticità acustica

Appendice C : Piano di risanamento

Schede di sintesi dei dati del Piano per gli enti interessati (Comune, Regione o Ministero Ambiente)

Tutti i documenti sono riportati anche in formato elettronico nel CD allegato.

Si ricorda che la prima fase dello studio (ovvero quella relativa all'individuazione delle aree critiche) è stata portata a termine nel 2006 ed i relativi risultati sono stati illustrati agli enti interessati durante specifici incontri.

Si evidenzia inoltre che gli interventi di bonifica acustica riportati nella presente relazione sono esclusivamente finalizzati ad individuare il budget di spesa per la realizzazione delle opere antirumore previste nella terza fase del piano, negli anni dal 2008 al 2023; pertanto il reale dimensionamento delle future barriere (altezza, lunghezza, posizione e tipologia) ed delle azioni dirette sui ricettori, come dettagliatamente definito nel capitolo 5, sarà definito solo in fase di progettazione esecutiva di ciascun intervento.

## 2. Analisi della normativa

I riferimenti legislativi di base sono costituiti dalla legge quadro sull'inquinamento acustico e dai successivi regolamenti e decreti applicativi. Riportiamo qui di seguito i punti salienti delle normative vigenti, limitando l'analisi a quanto di competenza di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd.

*Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico (Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30 ottobre 1995)*

- le infrastrutture di trasporto stradali vengono assimilate alle sorgenti sonore fisse e per esse vengono fissati, con apposito decreto attuativo, specifici valori limite di esposizione per gli ambienti abitativi disposti entro le fasce di pertinenza dell'infrastruttura stessa;
- alle infrastrutture di trasporto non si applica il criterio del limite differenziale;
- per i servizi pubblici di trasporto essenziali (ferrovie, autostrade, aeroporti) devono essere predisposti piani pluriennali di risanamento al fine di ridurre l'emissione di rumore;
- i progetti di nuove realizzazioni, modifica o potenziamento di autostrade, strade extraurbane principali e secondarie devono essere redatti in modo da comprendere una relazione tecnica sull'impatto acustico; tali attività sono obbligatorie nel caso vi sia la richiesta dei Comuni interessati oltre che nei casi previsti dalla vigente legge n. 349 sulla valutazione dell'impatto ambientale; tali progetti dovranno essere strutturati secondo quanto prescritto dai regolamenti di esecuzione emanati dal Ministero dell'Ambiente;
- per la realizzazione degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore, gli enti proprietari o concessionari di infrastrutture autostradali sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 5% dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse. Il valore del 5% è stato successivamente elevato al 7% dalla legge finanziaria del 1999.

*Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” (Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1 dicembre 1997)*

- viene definito il criterio per cui per le autostrade vengono fissati limiti specifici e fasce di pertinenza acustica; per i ricettori posti all'interno di tali fasce non valgono i limiti della zonizzazione acustica adottata dai comuni, mentre al di fuori di esse il rumore del traffico autostradale deve rispettare i valori di zonizzazione.

*Decreto Ministero Ambiente 16 marzo 1998 – “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico” Allegato C (Gazzetta Ufficiale n. 76 del 1 aprile 1998)*

- per la valutazione dell'inquinamento acustico dovuto al traffico stradale, il monitoraggio del rumore deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana, in corrispondenza della facciata più esposta al rumore. I parametri da utilizzare per la descrizione dello stato di inquinamento sono i livelli equivalenti diurni e notturni, sia giornalieri che settimanali.

*Decreto Ministero Ambiente 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”(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)*

- viene fissato il termine entro cui l'Ente proprietario o gestore dell'autostrada deve predisporre il piano di risanamento acustico della propria infrastruttura; in tale piano devono essere specificati costi, priorità e modalità di intervento (barriere, pavimentazioni, interventi diretti sui singoli ricettori, ecc.), nonché tempistiche di attuazione. Viene altresì fissato il periodo entro cui devono essere completate le opere di risanamento, ovvero 15 anni dalla data di presentazione del piano a Regioni, Comuni e Ministero dell'Ambiente;
- vengono fissati i criteri in base ai quali calcolare la priorità degli interventi, prendendo cioè in considerazione il numero di ricettori esposti e la differenza fra livelli attuali di rumore e limiti ammissibili;
- vengono fissati i criteri di progettazione acustica degli interventi, individuando i requisiti dei modelli previsionali utilizzabili per la simulazione acustica ed il calcolo delle barriere; vengono anche fornite indicazioni sui criteri di progettazione strutturale;



- vengono riportati i criteri per la qualificazione dei materiali e la conformità dei prodotti, facendo principalmente riferimento alle recenti norme europee sulle barriere antirumore per impieghi stradali, ovvero UNI-EN 1793 e UNI-EN 1794;
- vengono riportati i criteri secondo cui valutare la concorsualità di più sorgenti, in modo da garantire ai ricettori esposti il raggiungimento dei valori considerati come ammissibili, anche in presenza di ulteriori fonti di rumore in aggiunta all'infrastruttura autostradale.

*Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004 - 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. (Gazzetta Ufficiale n. 127 del 1 giugno 2004 )*

Questo decreto completa lo scenario legislativo in quanto in esso sono fissati i limiti, differenziati a seconda della tipologia di infrastruttura stradale e delle fasce di pertinenza. All'interno di queste ultime non si deve tenere conto delle zonizzazioni acustiche comunali. In particolare:

- le infrastrutture stradali sono quelle definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992 e successive modificazioni e vengono suddivise in:
  - A. autostrade;
  - B. strade extraurbane principali;
  - C. strade extraurbane secondarie;
  - D. strade urbane di scorrimento;
  - E. strade urbane di quartiere;
  - F. strade locali.
- le disposizioni contenute nel decreto si applicano alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti ed alle infrastrutture di nuova realizzazione;
- i valori limite di immissione devono essere verificati in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal DMA del 16 marzo 1998 e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali;

- per le infrastrutture di nuova costruzione il proponente dell'opera deve individuare i corridoi progettuali che possano garantire la migliore tutela dei ricettori presenti all'interno di una fascia di studio di ampiezza pari a quella di pertinenza, estesa ad una dimensione doppia in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.
- per le infrastrutture esistenti i valori limite di immissione, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento di cui al DMA del 29 novembre 2000, con l'esclusione delle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento, di infrastrutture esistenti e delle varianti di infrastrutture esistenti per le quali i valori limite si applicano a partire dalla data di entrata in vigore del decreto stesso, fermo restando che il relativo impegno economico per le opere di mitigazione è da computarsi nell'insieme degli interventi effettuati nell'anno di riferimento del gestore. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento deve essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina all'infrastruttura. All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di risanamento predisposti dal Comune;
- per le infrastrutture esistenti i “limiti di facciata”, ovvero quelli valutati all'esterno degli edifici esposti, e le fasce di competenza sono riportati nella seguente tabella:

**TABELLA 2 – STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamento in sede, affiancamenti e varianti)**

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]	Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbane secondarie	Ca (strade a carreggiate separate)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB[A]	Notturno dB[A]	Diurno dB[A]	Notturno dB[A]
C – extraurbane secondarie	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	DB (tutte le strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbane di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane.			
F - locali		30				

\*Per le scuole si applica il solo limite diurno

- nel caso che i valori limite di facciata non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti all'interno degli edifici (centro stanza, finestre chiuse):

35 dB[A]  $L_{Aeq}$  notturno per ospedali, case di cura e case di riposo

40 dB[A]  $L_{Aeq}$  notturno per tutti gli altri ricettori

45 dB[A]  $L_{Aeq}$  diurno per le scuole.

### **3. Modalità di presentazione ai Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente**

Secondo quanto specificato dal DMA 29/11/2000 il piano degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore deve contenere le seguenti informazioni:

- ❑ l'individuazione degli interventi e le relative modalità di realizzazione;
- ❑ l'indicazione delle eventuali altre infrastrutture dei trasporti concorrenti all'immissione nelle aree in cui si abbia il superamento dei limiti;
- ❑ l'indicazione dei tempi di esecuzione e dei costi previsti per ciascun intervento;
- ❑ il grado di priorità di esecuzione di ciascun intervento;
- ❑ le motivazioni per eventuali interventi sui ricettori.

Tutti questi dati devono essere forniti da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd al Ministero dell'Ambiente, alle Regioni ed ai Comuni; infatti la Regione, d'intesa con gli enti locali interessati, può proporre, in modo consultivo non vincolante, un ordine di priorità degli interventi che prescindano dall'indice di priorità definito dal gestore mentre spetta al Ministro dell'Ambiente, d'intesa con la Conferenza unificata, approvare i piani relativi alle infrastrutture di interesse nazionale.

È quindi importante che le informazioni siano corredate da spiegazioni ed approfondimenti tecnici che illustrino opportunamente le metodologie di studio ed i risultati ottenuti, in modo da consentire una corretta analisi dei dati ed avviare celermente gli iter autorizzativi necessari a dare piena attuazione al piano.

D'altra parte le attività di risanamento rientrano a pieno titolo nei "piani di azione" definiti dal Decreto Legislativo n. 194 del 19 Agosto 2005, uno dei cui obiettivi è "assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale", intendendo come "pubblico" non solo le istituzioni od autorità, ma soprattutto le persone, le associazioni e le organizzazioni.

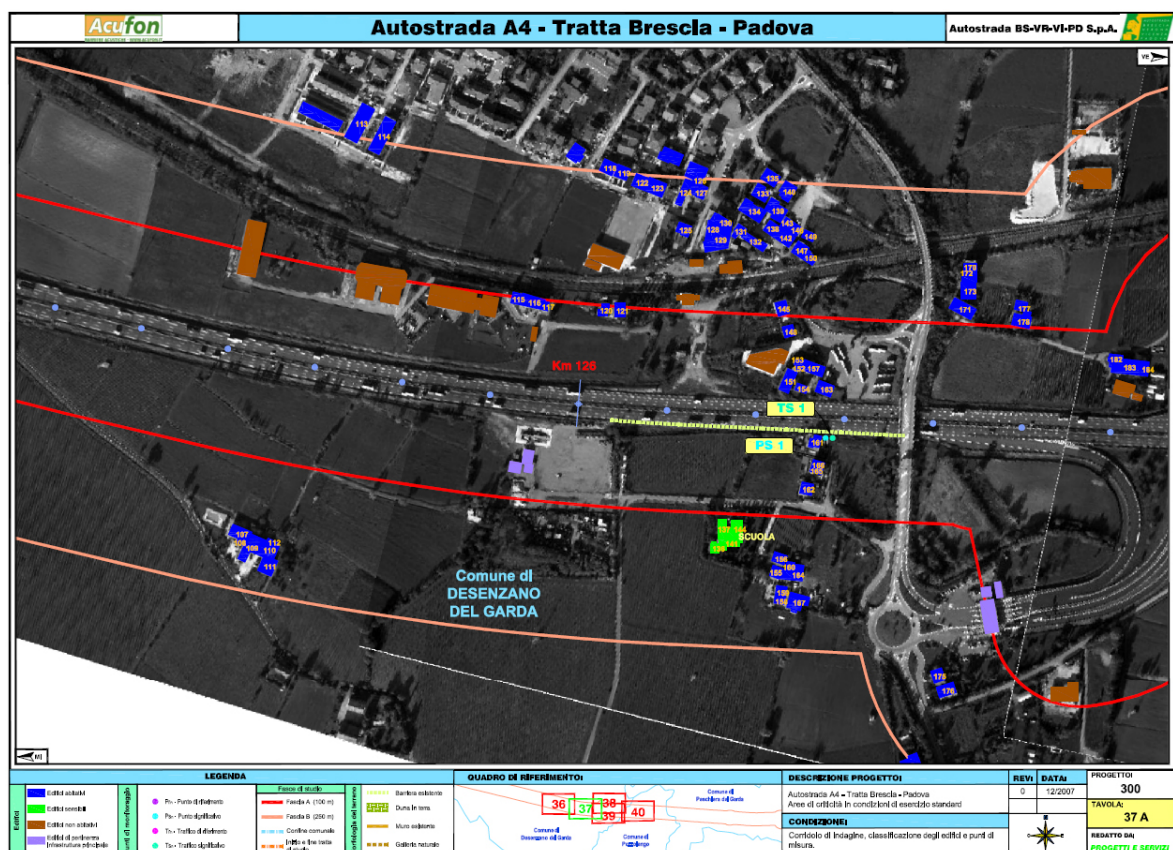
È pertanto evidente la necessità che gli stessi dati forniti ai fini autorizzativi a Comuni, Regioni e Ministero dell'Ambiente siano contestualmente consultabili ed interpretabili anche da "non addetti ai lavori", come del resto esplicitamente richiesto dal Decreto Legislativo n. 195 del 19 agosto 2005 per l'attuazione della direttiva comunitaria sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale.

Pertanto si è cercato di fornire i risultati dello studio tramite schede ed elaborati grafici che, pur garantendo la necessaria completezza dei contenuti tecnici, consentano un'intuitiva informazione per i cittadini.

Tutte le tavole sono state redatte in formato A3 e raccolte in tre appendici, di seguito dettagliatamente descritte.

### 3.1 Appendice A - Inquadramento cartografico, corridoio d'indagine e classificazione degli edifici


In questa appendice viene illustrato il territorio interessato all'indagine per mezzo di aerofotogrammetrie, ovvero l'infrastruttura autostradale, l'ambiente di propagazione ed i ricettori.



Nella tavola, di cui si allega fac simile, sono riportati:

- il/i confine/i comunale/i con la denominazione dei Comuni interessati;
- le direttrici principali dell'infrastruttura;
- il quadro di riferimento delle numerazione e della disposizione delle tavole, evidenziando in rosso il particolare riquadro visualizzato;

- le progressive chilometriche autostradali, evidenziate con cerchi colorati in azzurro ad indicazione delle ettometriche;
- le fasce A (da 0 a 100 m da bordo strada) e B (da 100 a 250 m da bordo strada) di competenza della infrastruttura autostradale;
- i punti di misura, quando presenti, relativamente ai monitoraggi acustici, meteorologici e di traffico effettuati per la taratura e verifica del modello di calcolo;
- gli elementi geometrici posti in prossimità dell'infrastruttura principale ed interferenti sotto il profilo acustico, quali barriere antirumore, dune in terra, muri; sono visualizzate anche le tratte in galleria mediante linee tratteggiate che rappresentano il tracciato autostradale;
- la classificazione della destinazione d'uso principale degli edifici mediante opportuni cromatismi, così come evidenziato dalla seguente legenda:

LEGENDA					
Edifici	 Edifici abitativi	Punti di monitoraggio	 Pr <sub>n</sub> - Punto di riferimento	Fasce di studio	 Barriera esistente
	 Edifici sensibili		 Ps <sub>n</sub> - Punto significativo		 Fascia A (100 m)
	 Edifici non abitativi		 Tr <sub>n</sub> - Traffico di riferimento	 Fascia B (250 m)	 Muro esistente
	 Edifici di pertinenza infrastruttura principale		 Ts <sub>n</sub> - Traffico significativo	 Confine comunale	 Galleria naturale
				 Inizio e fine tratta di studio	
					Morfologia del terreno

In blu sono rappresentati quelli a prevalente destinazione d'uso residenziale, in verde i sensibili (scuole, ospedali e case di cura), in viola quelli di pertinenza di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd ed in marrone quelli a prevalente destinazione d'uso produttiva o commerciale (terziario, commercio, industria, ecc.);

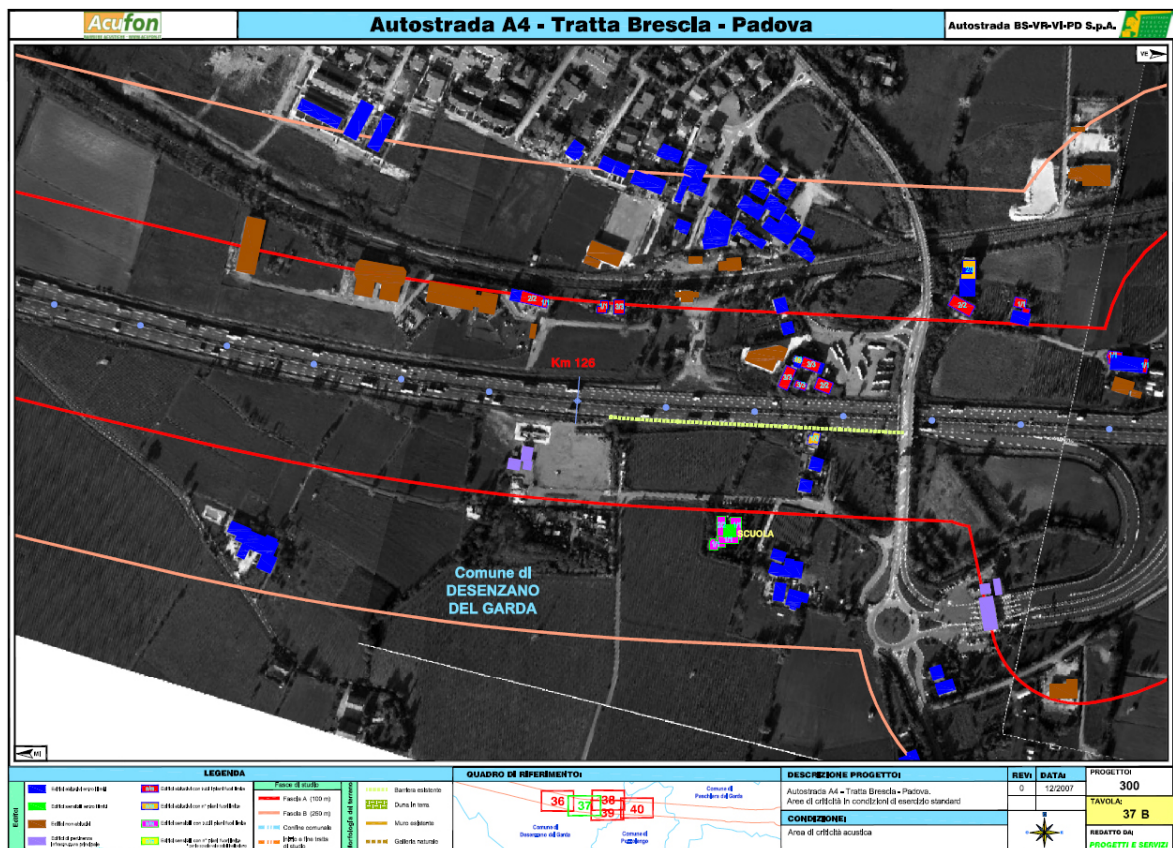
- gli edifici residenziali e sensibili sono numerati al fine di consentire le comunicazioni tra Ente locale e Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd, per le eventuali integrazioni ed aggiornamenti delle informazioni riportate; infatti nello studio di individuazione delle aree critiche e pianificazione degli interventi, il censimento è stato effettuato tramite elaborazione di banche dati e non con i sopralluoghi in situ, che saranno invece effettuati nelle fasi successive di progettazione definitiva.

### 3.2 Appendice B - Aree di criticità acustica

In questa appendice vengono rappresentate tutte le situazioni critiche, ovvero quei ricettori per cui l'inquinamento acustico causato dal traffico autostradale supera i valori limite ammissibili.






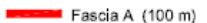



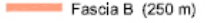







La determinazione delle aree critiche è stata effettuata confrontando i livelli di rumore causati dal traffico proiettato all'anno 2012 con i limiti di legge, ricavati applicando il criterio di concorsualità: viene giudicato critico un edificio per cui si verifichi il superamento del limite anche in un solo piano.

La criticità, come dimostrato nella figura seguente viene evidenziata attraverso cromatismi differenziati per tipologia di ricettore (sensibile e residenziale); inoltre per dare immediata evidenza di situazioni di criticità complessiva di tutto l'edificio o parziale (solo qualche piano), si sono adottati colori diversi a seconda delle condizioni di esposizione.



In particolare, come esemplificato dalla figura precedente, sono rilevabili le seguenti informazioni:

- gli edifici che rimangono dentro i limiti hanno una campitura che è quella assegnata secondo la loro classificazione originaria e sono privi di qualsivoglia numerazione;
- gli edifici fuori limite sono rappresentati con il contorno che ne evidenzia la destinazione d'uso e la campitura fornisce l'indicazione relativa alla parzialità o alla totalità dei piani critici sotto il profilo acustico;
- ogni edificio critico riporta al suo interno, nel formato "n/m", il numero di piani fuori limite rispetto al numero totale di piani;
- sono evidenziati tutti gli elementi schermanti che hanno influenza sulla propagazione del rumore prodotto dall'infrastruttura autostradale (barriere e muri esistenti, dune in terra o altro);

LEGENDA									
Edifici		Edifici abitativi entro i limiti		Edifici abitativi con tutti i piani fuori limite	Fasce di studio		Barriera esistente		
		Edifici sensibili entro i limiti		Edifici abitativi con n° piani fuori limite			Fascia A (100 m)		Duna in terra
		Edifici non abitativi		Edifici sensibili con tutti i piani fuori limite			Fascia B (250 m)		Muro esistente
		Edifici di pertinenza Infrastruttura principale		Edifici sensibili con n° piani fuori limite <small>* per le scuole vale ed. III - II - I - D - U - R - O</small>			Confine comunale		Galleria naturale
			<small>n/m</small> Piani fuori limite / piani totali edificio			Inizio e fine tratta di studio			
							Morfologia del terreno		

### 3.3 Appendice C - Piano di risanamento

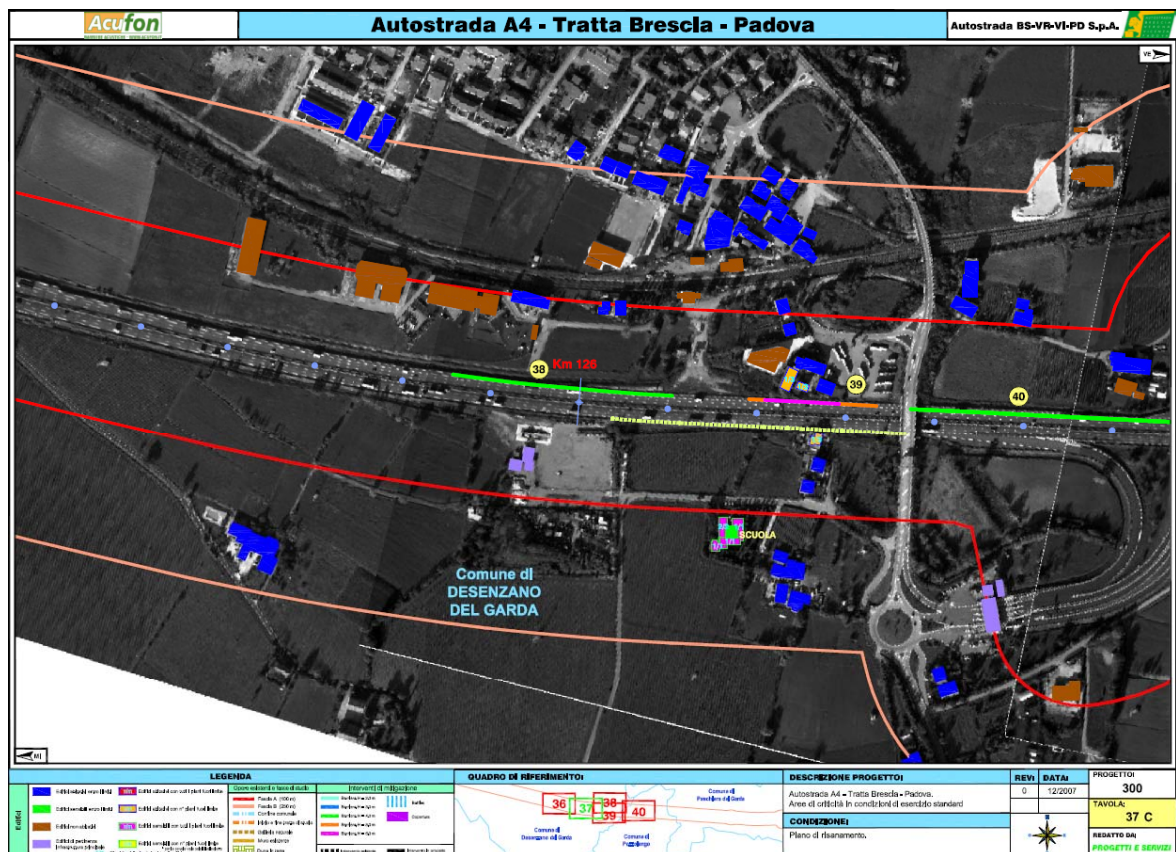
In questa appendice viene fornito in forma grafica il piano di risanamento acustico relativo a tutte le zone evidenziate come "aree critiche", riportate nell'appendice B. Le soluzioni progettuali adottate in questa fase del piano sono di tipo parametrico, ossia barriere antirumore totalmente fonoassorbenti di altezza variabile con passo di un metro ed altezze standard di 2, 3, 4, 5 e 6 metri.

Per tutti i ricettori per cui non fosse possibile rientrare nei limiti ammissibili "di facciata" con le opere di mitigazione di tipo standard prima descritte, sono stati ipotizzati interventi diretti sull'edificio edificio, così come previsto dalla vigente normativa.

Gli interventi sono identificati con un codice numerico univoco e specifico dell'autostrada di competenza. Ogni numerazione individua un tratto di intervento continuo (micro intervento), formato da una successione di barriere di altezze diverse (interventi elementari).



Qualora il microintervento riguardi più di un comune, in prossimità del confine comunale esso viene interrotto per ricondurre in modo più agevole l'intervento elementare al comune sul quale viene realizzato (nel paragrafo 4.8 è riportata in modo dettagliato la spiegazione delle modalità secondo cui si sono suddivisi gli interventi).



Come si nota dall'esempio riportato nella figura precedente, dalle tavole dell'appendice C sono deducibili le seguenti informazioni:

- l'altezza degli interventi elementari, mediante linee di diverso colore, continue o tratteggiate, a seconda che l'opera sia da realizzare o già realizzata;



- gli edifici dentro i limiti, che hanno una campitura uguale a quella assegnata in fase di classificazione originaria e sono privi di qualsivoglia numerazione;

- gli edifici fuori limite, che sono rappresentati con il contorno che ne evidenzia la destinazione d'uso, mentre la campitura fornisce l'informazione in merito alla parzialità o alla totalità dei piani critici sotto il profilo acustico;
- relativamente ad ogni edificio critico, il numero di piani fuori limite rispetto ai piani totali, mediante il rapporto "n/m";

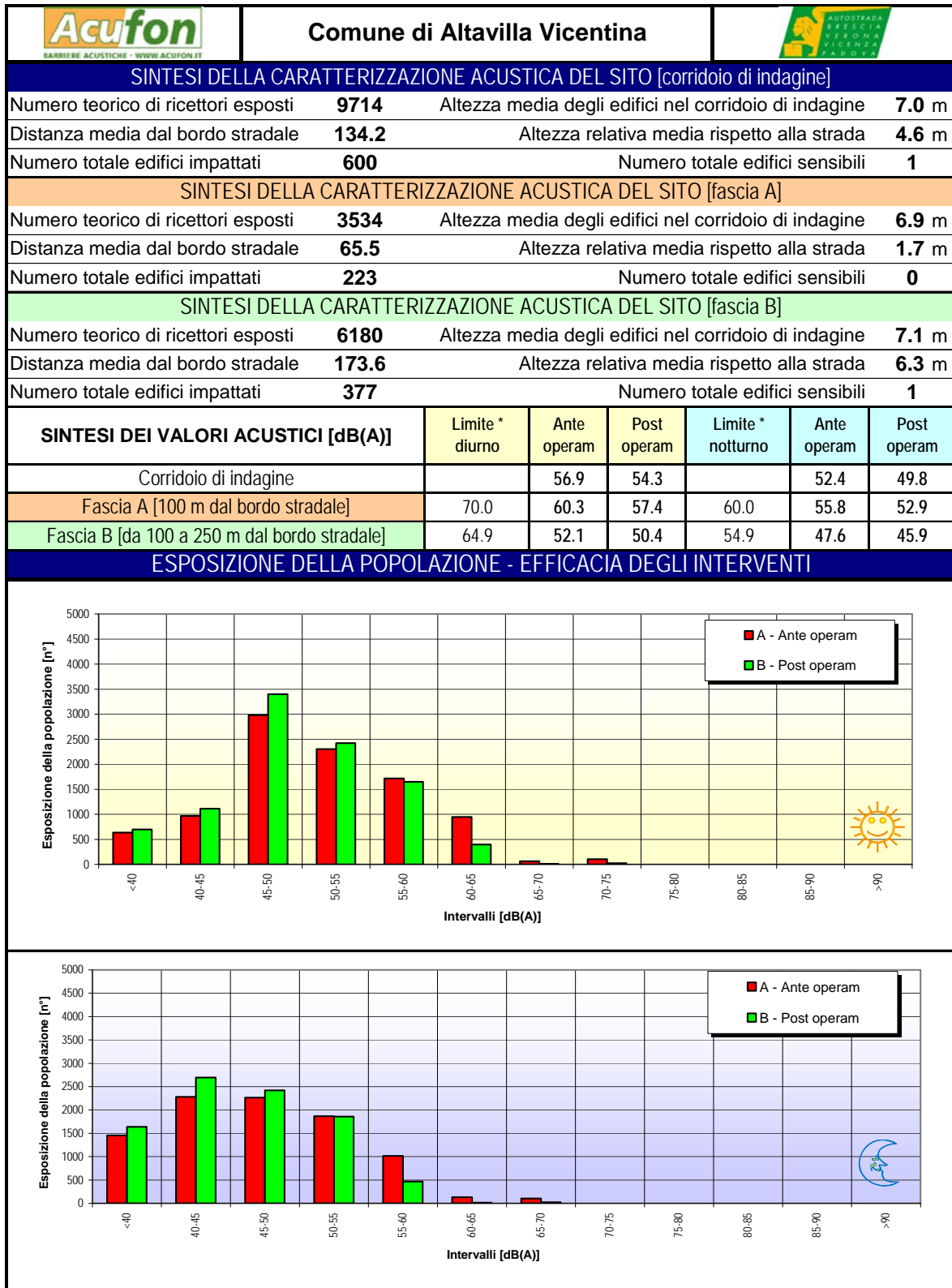
È importante sottolineare che il dimensionamento degli interventi riportati nell'Appendice C è finalizzato esclusivamente alla definizione delle priorità, alla pianificazione delle opere ed alla definizione del piano finanziario: pertanto nella futura fase di attuazione del piano, ovvero durante le progettazioni definitive, si potranno determinare soluzioni diverse da quanto riportato negli elaborati dell'allegato C.

### **3.4 Scheda di sintesi**

Al fine di fornire ulteriori elementi di valutazione, vengono infine fornite schede di sintesi in cui, per ciascun Comune interessato, sono riportati i seguenti dati:

- il numero teorico di ricettori esposti, calcolati considerando un abitante ogni 100 m<sup>3</sup> di volume residenziale, mentre per gli ospedali vengono valutati i posti letto teorici e per le scuole i banchi teorici;
- l'altezza e la distanza medie rispetto all'autostrada degli edifici nel corridoio di indagine;
- il numero totale di edifici impattati;
- i limiti ed i livelli medi di rumore in condizioni di ante-operam e post-operam, nei periodi diurno e notturno;
- le distribuzioni probabilistiche illustranti l'esposizione a rumore degli abitanti, nei periodi diurno e notturno, relative sia allo stato ante-operam che post-operam.

Quanto dianzi descritto, è stato sintetizzato in una scheda riassuntiva di cui si allega fac simile:



\* Il valore riportato è una media dei limiti di fascia che può essere il risultato del concorso di più sorgenti

Ad ogni comune oggetto di piano di risanamento, viene altresì fornito l'elenco degli interventi elementari che interessano il territorio comunale. Tale sintesi comprende:

- entità degli interventi diretti realizzati sui ricettori (finestre antirumore);
- ubicazione degli interventi di bonifica acustica realizzati sull'infrastruttura, con indicazione del micro e del macro intervento di appartenenza.

Infine a ciascun Comune oggetto di opere di mitigazione, viene fornito l'elenco dei macro interventi realizzati su proprio territorio ed il relativo indice di priorità, ovvero la graduatoria nazionale con cui sarà data esecuzione al piano in base ai criteri riportati nel DDMA 29/11/2000.

#### **4. Piano degli Interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore**

L'obiettivo di tale fase è l'individuazione degli interventi di bonifica acustica, indicandone tipologia, priorità e costi, per tutte le aree in cui i livelli sonori indotti dal traffico sono superiori ai valori ammissibili vigenti ai sensi della normativa nazionale (individuati nella prima fase dello studio).

Lo studio è stato effettuato secondo una metodologia standard finalizzata ad una oggettiva valutazione dell'impatto acustico generato da un'infrastruttura viaria di trasporto:

La procedura è articolata nelle seguenti fasi:

- realizzazione di una cartografia digitale 3D delle aree interessate;
- individuazione del corridoio di indagine e classificazione dei ricettori;
- definizione dei flussi di traffico;
- aggiornamento della banca dati di emissione;
- sviluppo, taratura e validazione di un modello di simulazione acustica;
- valutazione dell'impatto acustico attuale e definizione delle aree critiche.

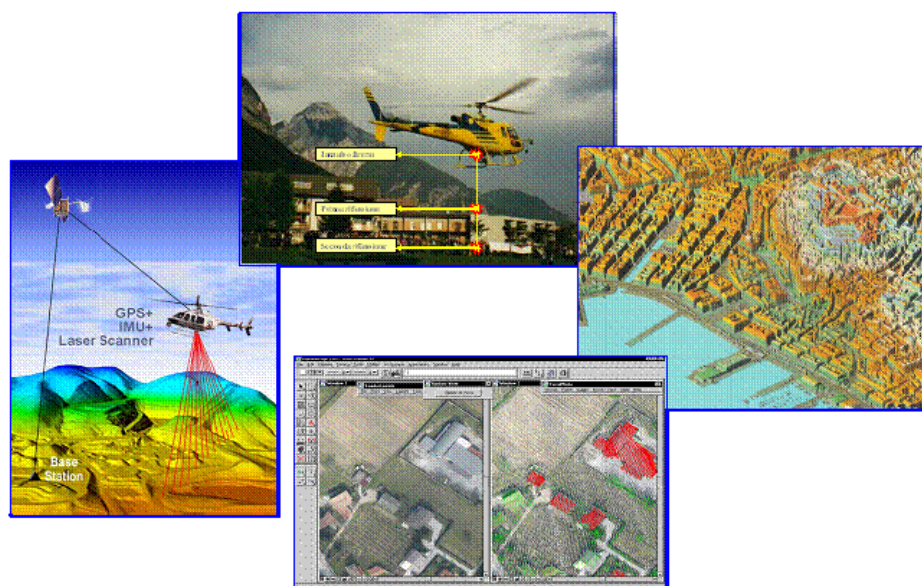
#### 4.1 Realizzazione della cartografia tridimensionale della rete autostradale

Un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica, è la realizzazione di una cartografia vettoriale tridimensionale compatibile con le esigenze “acustiche” del modello previsionale adottato.

A questo scopo è stata impiegata la tecnologia più avanzata ed affidabile, ovvero il sistema LIDAR (Laser Impulse Detection And Ranking): i rilievi, effettuati in successive campagne di acquisizione dal 2006 al 2007, hanno riguardato una fascia di territorio di ampiezza circa 550 m, centrata sull’asse stradale, lungo oltre 240 km di infrastrutture stradali in gestione di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd.

Il sistema LIDAR consiste essenzialmente in un emettitore/ricevitore di impulsi laser montato su un elicottero equipaggiato di piattaforme inerziali, sistemi GPS, apparecchiature fotografiche/cineprese digitali ad alta risoluzione e computer per la memorizzazione dei dati. Mediante sorvoli effettuati con opportune modalità, si registrano tutti i segnali che emessi dal generatore di impulsi radar vengono successivamente riflessi da vegetazione, edifici, terreno, etc. Le figure seguenti mostrano schematicamente il funzionamento del sistema.

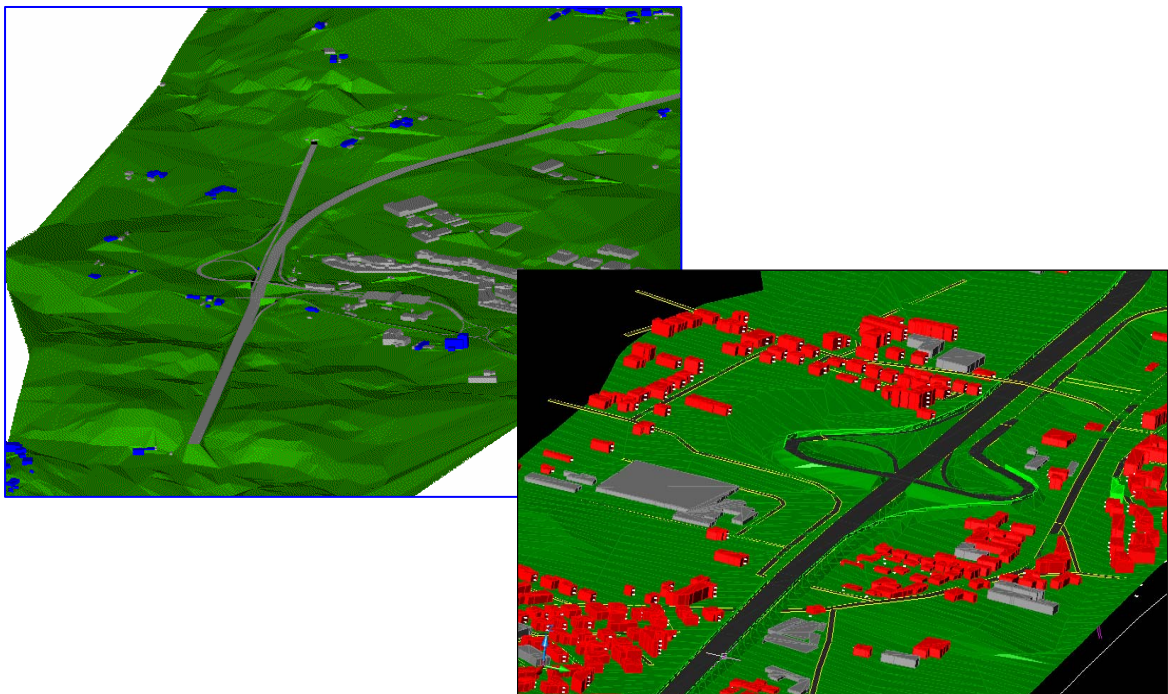
La post elaborazione delle foto digitali assieme con i dati laser e le informazioni di georeferenziazione dell’elicottero, consentono di dedurre dalla “nube di punti”, tutti gli elementi fondamentali per una precisa descrizione del terreno (DTM = digital terrain model), che dell’edificato (DBM = digital building model) che della vegetazione e delle infrastrutture di trasporto interessate (principale e concorsuali). Dall’intensità delle riflessioni, si ottengono anche informazioni sui materiali impattati dai raggi laser.



Successivamente tali dati vengono tradotti in file compatibili con i più comuni software di modellizzazione solida (Autocad, Arcview, etc.) per il finale interfacciamento con il modello acustico, ovvero fornendo tutte le necessarie informazioni riguardanti il terreno (isoipse o TIN), gli edifici (perimetro, altezza, posizione, natura superfici) e le infrastrutture in esame.

Dopo aver ultimato la restituzione matematica vettoriale georeferenziata degli elementi base, sono stati attribuiti i parametri acustici di base, ossia la definizione del corridoio di indagine, le fasce di rispetto delle sorgenti (principale e concorsuali), le destinazioni d'uso dei ricettori. Successivamente sono stati posizionati i singoli ricettori virtuali con il criterio di un "punto di calcolo" per ogni piano fuori terra degli edifici ad uso residenziale e sensibili, in mezz'aria della facciata più esposta (così come prescritto dal DPR n. 142, che impone di valutare l'inquinamento acustico nel "punto più critico").

Nella seguenti figure sono riportati alcuni esempi di restituzioni tridimensionali ottenibili dai dati acquisiti, illustranti l'orografia del territorio e la collocazione dei punti ricettori sugli edifici.



Ogni edificio preso in considerazione costituisce un vero e proprio database GIS in quanto ad esso sono associate in modo georiferito informazioni circa il comune di appartenenza, la destinazione d'uso dell'immobile, il numero e la quota dal terreno dei piani, il numero di abitanti ed i limiti di ammissibili; a proposito di tale ultimo aspetto, si evidenzia che in base al criterio di “precauzione” , per l'individuazione delle aree critiche, si è adottato un criterio di concorsualità delle sorgenti di tipo “geometrico”, per cui i ricettori interessati da fasce di pertinenza relative a più sorgenti concorsuali sono stati attribuiti limiti più bassi rispetto a quelli di legge in funzione del numero di sorgenti presenti (vedi paragrafo 4.6).

## 4.2 Modello di simulazione acustica

Per l'individuazione delle aree critiche (come anche per la predisposizione del piano di risanamento) è stato utilizzato un modello previsionale sviluppato sulla base della “procedura DISIA”, messa a punto dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1989-91, direttrice DISIA nazionale, progetto “Individuazione degli obiettivi di risanamento acustico nelle aree urbane” e successivamente validata dallo stesso Ministero nell'ambito del Piano Triennale di Tutela Ambientale (PTTA) 1994-1996, direttrice Aree Urbane, progetto pilota Bari.

Le procedure operative ed il codice di calcolo sviluppati rappresentano i fenomeni acustici che si verificano durante la propagazione del rumore in ambiente esterno, in situazioni di orografia e urbanizzazione comunque complesse. In particolare il modello consente di:

a) valutare, mediante opportuni algoritmi analitici, gli effetti riportati nella seguente espressione (secondo norma ISO 9613 , parti 1 e 2):

$$L_R = L_w + Dc - (A_{div} + A_{rif} + A_{dif} + A_s + A_{atm})$$

Dove:

$L_R$  rappresenta il livello di pressione sonora al ricettore;

$L_w$  rappresenta il livello di potenza sonora della sorgente; in particolare il traffico stradale viene rappresentato attraverso una serie di sorgenti puntiformi incoerenti, opportunamente distribuite in corrispondenza della mezzzeria di ciascuna corsia di marcia, a 0.5 m di altezza dal piano strada;

$Dc$  rappresenta il fattore di direttività;

- $A_{div}$  rappresenta l'attenuazione per divergenza geometrica;
- $A_{rif}$  rappresenta il fattore che tiene conto delle riflessioni, su superfici di ogni forma e comunque disposte (verticali, orizzontali, oblique);
- $A_{dif}$  rappresenta l'attenuazione per diffrazione, su bordi verticali, orizzontali ed obliqui;
- $A_s$  rappresenta l'effetto del suolo;
- $A_{amt}$  rappresenta l'attenuazione per assorbimento atmosferico. Come condizioni base, si assume l'assenza di gradienti termici e di vento: pertanto non sono presi in considerazione gli effetti connessi a condizioni meteorologiche;
- b) rappresentare l'ambiente di propagazione in modo vettoriale tridimensionale;
- c) disporre di un archivio di dati delle caratteristiche acustiche di isolamento e di assorbimento, in bande di ottava, dei materiali usati in edilizia e per le barriere antirumore;
- d) restituire i risultati di output sia come curve di isolivello che sotto forma di valori puntuali calcolati sui singoli ricettori o sui vertici di una rete di punti di maglia opportuna; in particolare, per l'individuazione delle aree critiche, la valutazione dei livelli di rumore è stata effettuata in un punto per ogni piano in corrispondenza della mezzeria delle facciate più esposte di tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti in vicinanza dell'infrastruttura autostradale. I punti di calcolo sono disposti ad 1 metro di distanza dalle facciate stesse;
- e) aggiornare la banca dati della potenza sonora delle sorgenti di tipo stradale e ferroviario, in modo che risultino rappresentativa della situazione nazionale.



### 4.3 Campagna dei rilievi strumentali

Il modello opera su una banca dati di valori di emissione sonora, sia di veicoli stradali che di convogli ferroviari, acquisita tramite specifiche campagne di rilievi sperimentali: pertanto i dati di input sono rappresentativi delle varie tipologie di veicoli su gomma e su rotaia circolanti sul nostro territorio nazionale. Le campagne di misura, eseguite da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd in diversi punti della propria rete fra il 2006 ed il 2007, sono state quindi eseguite allo scopo di:

- ❑ determinare l'emissione acustica delle diverse tipologie di veicoli, in condizioni tipiche di impiego rappresentative delle modalità di traffico autostradale e tenendo conto delle diverse tipologie di pavimentazione impiegate sulla rete;
- ❑ calibrare e verificare il modello di calcolo.

#### 4.3.1. Emissione acustica del traffico autostradale

Tale aspetto è di particolare rilevanza, in quanto il “*data base*” di dati di input sviluppato dal Ministero dell’Ambiente è stato ottenuto da rilievi effettuati agli inizi degli anni ’90 e pertanto i valori non sono più completamente rappresentativi del parco veicoli attualmente in circolazione come anche delle nuove tipologie di pavimentazioni sviluppate ed adottate negli ultimi anni sulla rete di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd.

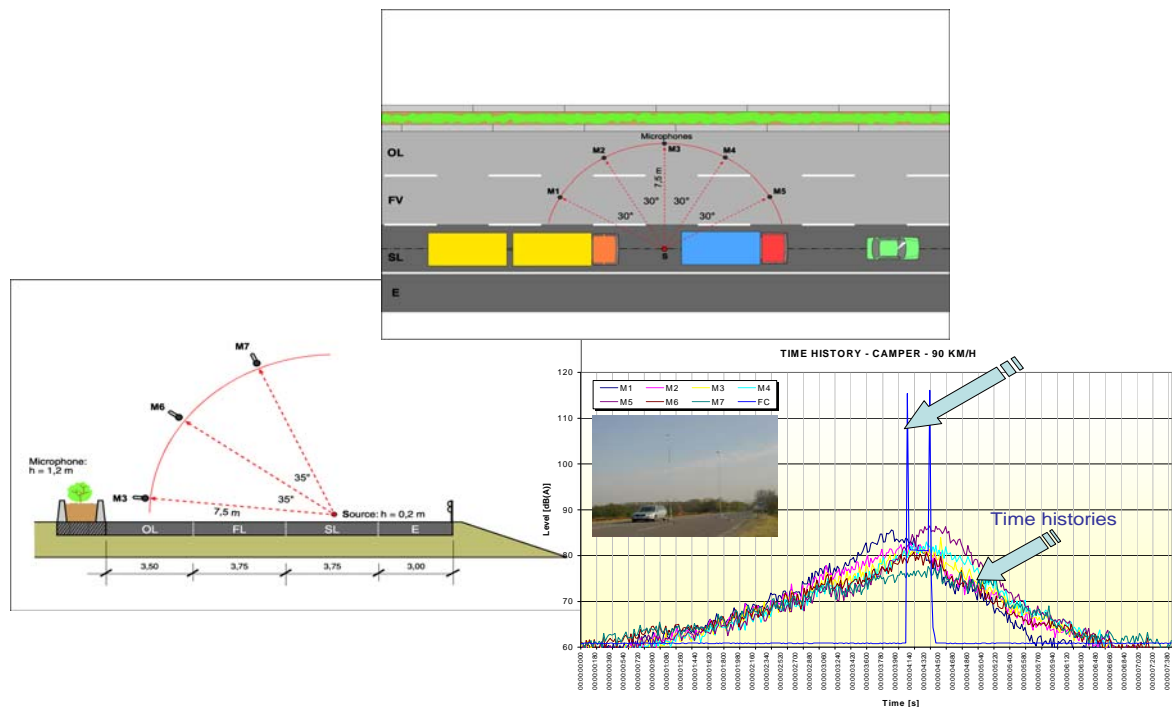
Al fine di aggiornare le banche dati del modello, sono state eseguite ulteriori misure di “*Statistical pass-by*” secondo norma ISO 11819-1, nelle seguenti condizioni:

- ❑ pavimentazione tradizionale chiusa, pendenza nulla
- ❑ pavimentazione drenante fonoassorbente, pendenza nulla
- ❑ pendenza nulla, stop and go

Con tali dati si sono ricavati i valori di emissione per le diverse categorie di veicoli prese in esame nella procedura DISIA, e precisamente per le autovetture (classe C1), i veicoli commerciali medi con peso totale fino a 3.5 t (classe C2), i veicoli commerciali medio - pesanti con peso totale fino a 10 t (classe C3) ed i veicoli pesanti con più di tre assi, veicoli con rimorchi o semirimorchi (classe C4).

Tutte le precedenti misure sono state eseguite nelle tradizionali condizioni di “transiti a velocità costante”; in aggiunta si sono anche effettuate altre misure in condizioni di accelerazione e decelerazione, (ovvero condizioni non previste dalla norma ISO 11819-1) in modo da poter opportunamente simulare l'emissione acustica del traffico in corrispondenza delle stazioni di pedaggio e lungo le corsie e gli svincoli di ingresso ed uscita.

Infine si sono anche eseguiti rilievi con schiere di microfoni, secondo le modalità schematicamente illustrate nelle figure seguenti, in modo sia da aggiornare i dati originali del DISIA per la direttività verticale che creare una nuova banca dati di direttività orizzontale.



#### 4.3.2 Immissione in punti caratteristici

Benché la validità della “procedura DISIA” e degli algoritmi di calcolo sviluppati siano stati ampiamente verificati nel corso degli ultimi anni da molteplici progetti e studi, si è comunque proceduto ad effettuare una specifica campagna di misure di taratura e di verifica lungo gli oltre 240 km di rete in concessione di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd.

In zone distinte e omogeneamente ripartite lungo tutta la rete, presso ricettori detti di “riferimento” si sono effettuati monitoraggi continuativi di una settimana sia di rumore che di traffico (volumi e velocità medie su tutte le corsie): i punti di “riferimento”  $P_R$  sono stati prescelti in modo da rappresentare nel modo più esauriente possibile le combinazioni di tipologia di infrastruttura ed ambienti di propagazione/ricezione di seguito riportate:

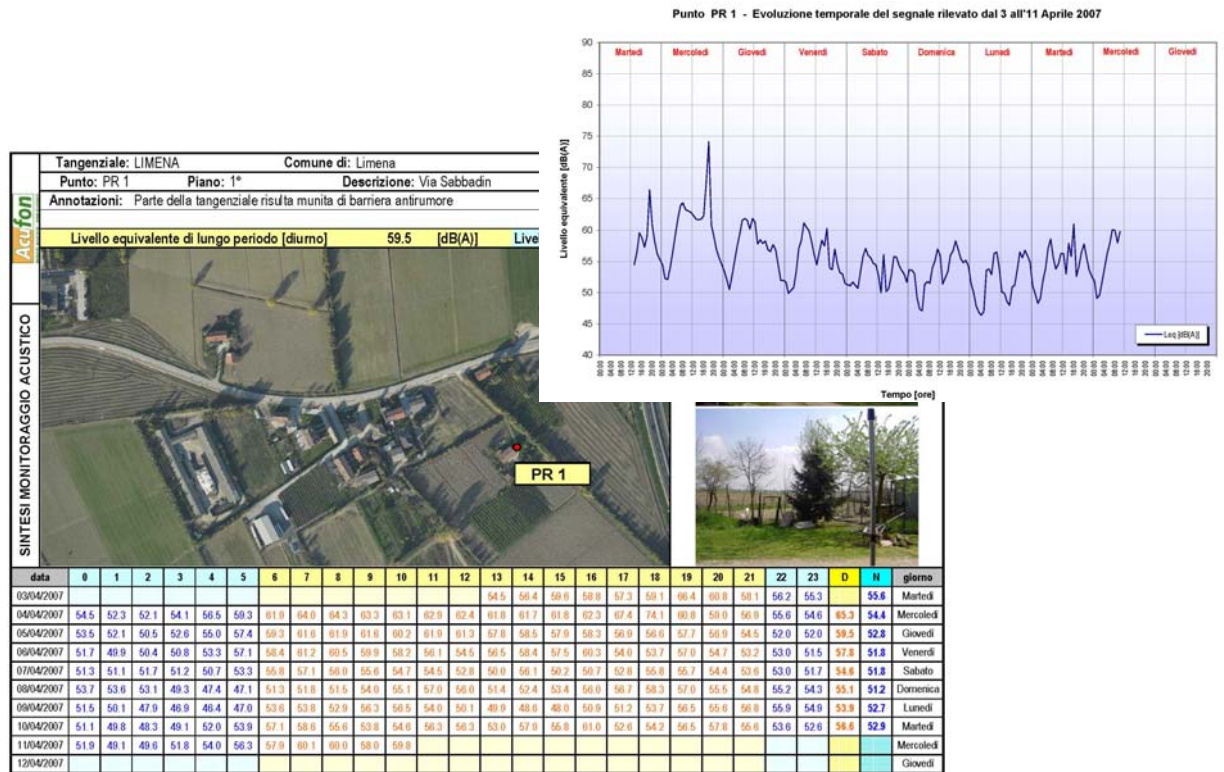
Corpo stradale	Morfologia terreno	Tipologia Ricettori
Raso	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Raso	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Trincea	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Trincea	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Rilevato	Pianeggiante	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Rilevato	Pianeggiante	Ambiente urbanizzato
Viadotto	Collinare	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Viadotto	Collinare	Ambiente urbanizzato
Galleria	Collinare	Piccoli agglomerati, sporadici o isolati
Galleria	Collinare	Ambiente urbanizzato

I punti di riferimento sono disposti a diverse distanze dall’autostrada, ma comunque sempre entro la fascia di pertinenza acustica di 100 m dal ciglio strada (fascia A) ed in condizioni tali da risultare esclusivamente (o almeno prevalentemente) esposti al solo rumore autostradale. In ciascun punto  $P_R$  sono stati misurati i seguenti parametri descrittivi:

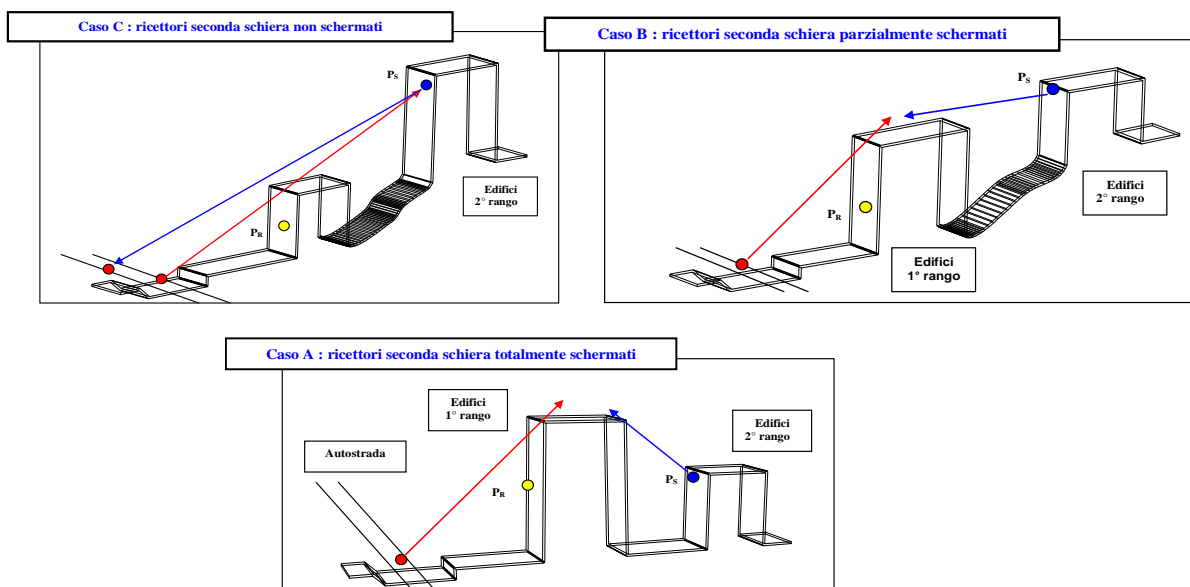
- time history, su base oraria, ottenuta da short  $L_{Aeq}$  di 1 s;
- livello equivalente  $L_{Aeq}$  e livelli percentili  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  e  $L_{90}$ ,  $L_{99}$  ponderati A su base oraria/giornaliera/settimanale con distinzione dei periodi diurno e notturno.

Tramite rilievi strumentali dei principali parametri meteorologici (direzione ed intensità del vento, temperatura ambientale, umidità relativa, presenza e quantità di pioggia) sono stati individuati e quindi presi in considerazione solo i periodi durante i quali le condizioni meteo si sono mantenute entro i limiti previsti dal Decreto Ministero Ambiente 16/03/1998.

Le seguenti figure e tabella evidenziano sinteticamente alcuni esempi degli output di misura e le posizioni dei punti di monitoraggio.



In contemporanea ai punti  $P_R$  si sono anche effettuati monitoraggi in punti  $P_S$  detti “significativi” allo scopo di rappresentare possibili situazioni in cui un ricettore può venirsi a trovare rispetto alla sorgente di rumore autostradale (campo libero, parzialmente o totalmente schermato, ecc.) come riportato ad esempio nelle seguenti figure:



Infine, oltre che l'autostrada, sono state prese in esame altre tipologie di sorgenti secondarie (strade statali, provinciali e comunali di maggior importanza, ferrovie), per creare la banca dati impiegata per il calcolare la "concorsualità" in modo rigoroso, seguendo cioè le prescrizioni degli allegati del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29/11/2000.

#### 4.4 Taratura e verifica del modello di simulazione acustica

La verifica dell'accuratezza del modello è stata effettuata per ciascuno dei siti identificati confrontando i valori sperimentali dei monitoraggi acustici nei punti  $P_R$  con i valori calcolati utilizzando come input i valori della banca dati aggiornata con i rilievi di statistical pass-by (vedi foto di esempio di seguito riportate) e come parametri descrittivi del traffico i dati degli specifici monitoraggi di traffico rilevati contemporaneamente ai monitoraggi acustici.



*Statistical Pass – by  
(Tang. Verona Est – Km 0+750)  
in condizione di stop and go*



*Statistical Pass – by  
(Tang. Verona Est – Km 1+300)  
in condizione di traffico con velocità extraurbano*

Un esempio di sintesi dei dati di confronto è riportato nella seguente figura:



Punto di misura	Piano	Leq,D [misurato]	Led,N [misurato]	Leq,D [calcolato]	Led,N [calcolato]	Differenza [giorno]	Differenza [notte]
Ps1	PT	75.4	71.9	76.5	72.0	1.1	0.1
Ps2	1°	73.1	67.7	74.2	69.6	1.1	1.9
Ps3	1°	68.0	62.5	68.3	64.2	0.3	1.7
Ps4	1°	60.4	53.2	61.8	55.2	1.4	2.0

Dall'analisi statistica dei dati, risulta che il modello ha una sovrastima media di circa 1.2 dB(A), quindi entro quelli che sono generalmente considerati i limiti di accettabilità per i modelli ( $\pm 2$ dB).

Si può ritenere che la sovrastima sia principalmente dovuta al fatto che in questa fase dello studio non sono stati presi in esame alcuni effetti schermanti secondari che in realtà influiscono sui valori misurati; del resto non era praticabile una schematizzazione di maggior dettaglio della geomorfologia del territorio con i relativi elementi interferenti, in quanto avrebbe portato a tempi e costi di digitalizzazione/calcolo eccessivi, e comunque non compatibili con gli scopi del DMA 29/11/2000, tenendo altresì conto degli approfondimenti che verranno svolti in futuro in fase di attuazione del piano.

#### 4.5 Analisi della conformazione della sezione e del traffico autostradali

Nel modello di simulazione adottato, la sorgente autostradale è caratterizzata dalla potenza sonora per metro lineare di infrastruttura emessa dal traffico che fluisce nei due periodi di riferimento (diurno e notturno), calcolata seguendo la procedura di seguito descritta:

- suddivisione dell'intera rete in "tratte base", ovvero da casello a casello;
- definizione per ciascuna "tratta base" dei volumi di traffico a consuntivo relativamente all'anno 2006, disaggregati per fasce orarie, carreggiata, corsia e tipologia di veicolo;
- proiezione dei flussi di traffico al 2012, assumendo un tasso annuale di crescita calcolato dal trend degli ultimi 5 anni;
- suddivisione di ciascuna "tratta base" in più "tratte elementari" in funzione di:
  - tipologia di pavimentazione;
  - pendenza longitudinale;
- attribuzione a ciascuna tratta elementare delle velocità caratteristiche di percorrenza;

- ❑ calcolo del livello di potenza per metro lineare e dello spettro in ottave per la singola “tratta elementare”, tramite interpolazione dei data base dei livelli di emissione;
- ❑ segmentazione geometrica della tratta elementare in  $N$  parti uguali ed equiripartizione in ragione di  $1/N$  della potenza lineare;
- ❑ attribuzione a ciascuna tratta elementare di una sorgente puntiforme di potenza sonora equivalente, posizionata nel centro del segmento ad un’altezza dal suolo di 0.5 metri;
- ❑ propagazione del livello ponderato A dalla sorgente verso il ricettore, dopo aver calcolato la frequenza rappresentativa dello spettro tipico.

Per quanto riguarda la sezione autostradale non si sono prese in esame, tranne in casi particolari, le eventuali variazioni di corsie e di conformazione del corpo stradale successive alla realizzazione della cartografia; in particolare, in fase di modellizzazione, si sono considerate come esistenti le barriere attualmente in fase di realizzazione nelle seguenti località: Taera, San Polo, Bettole di San Polo Nord, Bettole di San Polo Sud, Buffalora, Bettole di Buffalora, Barconi, Dosso, Salera, Campagna, Croce, Lonato, San Cipriano di Sopra, San Cipriano di Sotto, Bornade di Sopra, San Martino della Battaglia Sud, Madonna del Frassino Nord, Madonna del Frassino Sud, Le Tartaglie e Campagna di Sopra.

#### **4.6 Censimento delle aree di criticità acustica**

Tutti i ricettori presenti entro la fascia di competenza, ovvero entro 250 metri dai cigli strada, sono stati censiti classificati distinguendo fra edifici abitativi, industriali/commerciali e ricettori sensibili (ospedali, case di cura, scuole, etc.). Tale attività è stata eseguita sia tramite interpretazione delle carte tecniche regionali, che elaborazioni dei data base disponibili in rete che sopralluoghi effettuati con veicoli opportunamente equipaggiati di telecamere (esclusivamente per i ricettori direttamente prospicienti l’infrastruttura autostradale).



I limiti di riferimento per i vari ricettori sono stati determinati secondo i seguenti criteri:

- per ricettori sensibili, i limiti di facciata sono (per le scuole vale solo quello diurno):

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 50 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 40 \text{ dB[A]}$$

- per i ricettori interessati esclusivamente dalle fasce di pertinenza acustica della strada in esame (sorgente principale), i limiti di facciata sono :

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 70 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 60 \text{ dB[A]}, \text{ per ricettori entro la fascia A}$$

$$L_{Aeq \text{ diurno}} = 65 \text{ dB[A]} \text{ e } L_{Aeq \text{ notturno}} = 55 \text{ dB[A]}, \text{ per ricettori entro la fascia B}$$

- per i ricettori interessati da fasce di pertinenza relative a più sorgenti concorsuali (ovvero le sole infrastrutture stradali e ferroviarie di interesse nazionale, valgono i limiti riportati al comma B precedente diminuiti di:

- **3 dB[A]** nel caso le sorgenti in totale siano **2** (principale + 1 concorsuale);
- **5 dB[A]** nel caso le sorgenti concorsuali siano **3** (principale + 2 concorsuali);
- **6 dB[A]** nel caso le sorgenti in totale siano **4** (principale + 3 concorsuali).

Nella prima parte dello studio (terminata come ricordato nel dicembre 2006), la concorsualità è stata valutata esclusivamente su basi “geometriche” (appartenenza dei ricettori a due o più fasce di pertinenza di diverse infrastrutture di trasporto), mentre le ulteriori e più rigorose elaborazioni “acustiche” richieste dagli allegati 1 e 4 del DMA 29/11/2000 sono state prese in considerazione solo nell’attuale seconda fase per la fase di definizione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore (indici di priorità e definizione interventi).

Successivamente il calcolo è stato effettuato per la facciata più esposta di ogni edificio abitativo o sensibile, disponendo un ricettore in mezzera della facciata ed in corrispondenza di ogni piano: nel caso che il calcolo individui anche un solo punto con livelli superiori ai limiti, il corrispondente edificio è stato considerato “critico” e quindi rientrante nelle “aree da risanare”.

I risultati sono riportati nell’appendice B

## 4.7 Piano degli interventi di Abbattimento e Contenimento del Rumore

L'obiettivo della seconda fase della redazione del piano di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali gestite da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd, è quello di definire la pianificazione degli interventi necessari per il conseguimento del rispetto dei limiti fissati nel DPR 30/3/2004, seguendo la procedura definita nel DMA 29/11/2000; oggetto dello studio sono tutti i ricettori residenziali e sensibili individuati come "critici".

Anche in tale fase è stato utilizzato il modello di simulazione precedentemente descritto, implementato con nuove procedure per il calcolo di tutti i parametri necessari per definire gli interventi e la loro pianificazione. In particolare le nuove funzionalità riguardano:

- ❑ la definizione delle aree elementari e delle zone da risanare;
- ❑ la determinazione delle sorgenti concorsuali;
- ❑ la scelta dei criteri di risanamento;
- ❑ il calcolo dell'indice di priorità per le zone da risanare e della gerarchia degli interventi;
- ❑ il dimensionamento del profilo ottimale delle barriere antirumore;
- ❑ la valutazione dei costi;
- ❑ la definizione delle tempistiche di intervento.

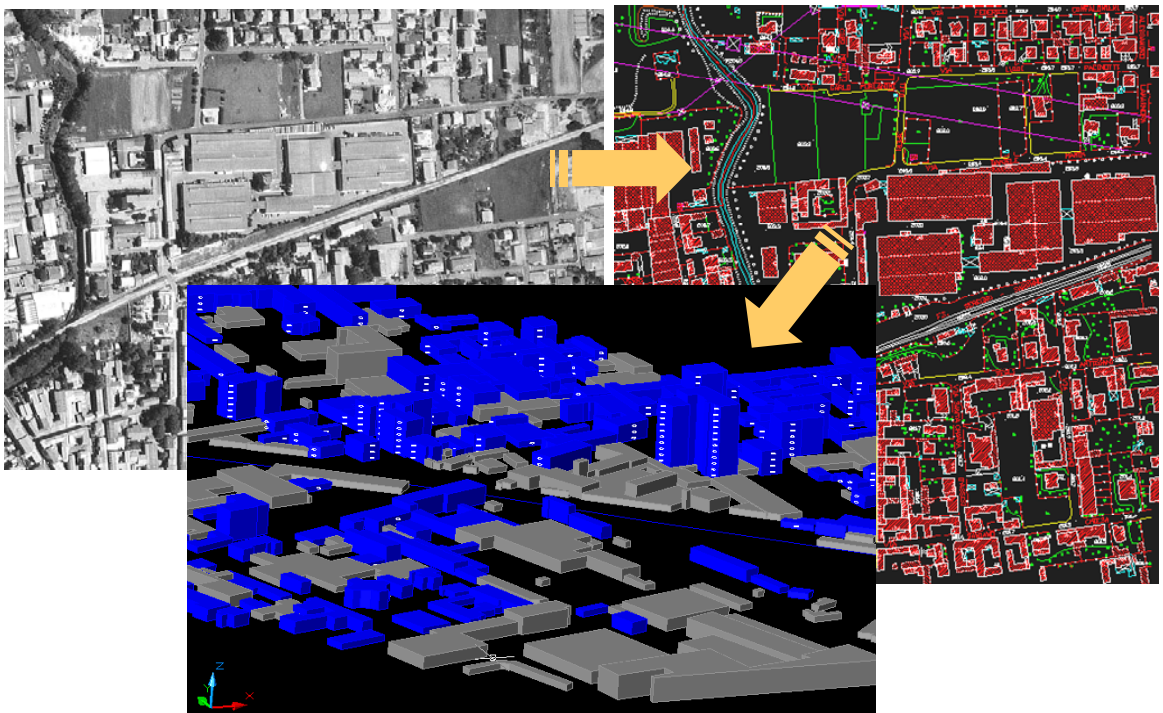
### 4.7.1 Individuazione delle aree da risanare

Le zone da risanare, o aree "A" così come definite nell'allegato I del DMA 29/11/2000, costituiscono l'unità territoriale su cui dimensionare gli interventi di risanamento; esse sono a loro volta suddivisibili in aree elementari "A<sub>i</sub>" caratterizzate da una variabilità di livello sonoro "L<sub>i</sub>" non superiore a 3 dB[A], essendo "L<sub>i</sub>" il livello equivalente in uno dei periodi di riferimento, valutato in facciata nel punto più critico.

La procedura messa a punto per l'esecuzione di tale attività, può essere sinteticamente descritta attraverso seguenti passi:

- ❑ individuazione planimetrica degli edifici residenziali e dei ricettori sensibili compresi nelle fasce di pertinenza dell'autostrada per cui nella fase 1 sono stati stimati livelli sonori generati dal traffico autostradale superiori ai valore limite prima illustrati;

- determinazione planimetrica della facciata più esposta, in base ai criteri di minima distanza del punto medio di ogni parete dall'infrastruttura stradale e dall'angolo solido sotto cui la stessa infrastruttura viene "vista" dai singoli ricettori;
- posizionamento, ad 1 metro dalla facciata più esposta, di un punto di calcolo in corrispondenza di ogni piano, partendo da un'altezza di 1.5 metri dalla quota di base dell'edificio steso, e procedendo verso l'alto con passo di 3 metri;
- valutazione in ciascun punto di ricezione, dei livelli continui di pressione sonora ponderata A generati dal traffico autostradale fluente sulla tratta in esame, nei periodi diurno e notturno;
- generazione delle aree elementari  $A_i$  secondo i criteri espressi nell'allegato I del DMA 29/11/2000 (differenze non superiori a 3 dB[A]);
- generazione delle aree "A" da risanare mediante accorpamento delle aree " $A_i$ " sulla base di criteri di prossimità di tale aree e delle possibili tipologie di interventi di mitigazione; si noti che nel caso di "ricettori isolati" l'area elementare " $A_i$ " coincide con l'area da risanare "A";



Per tutti gli edifici abitativi e sensibili presenti nell'area da risanare è stata quindi adottata una procedura di valutazione del numero di persone esposte al fine di poter calcolare l'indice di priorità in base a cui creare la gerarchia degli interventi da seguire nella fase attuativa del piano.

#### 4.7.2 Tipologie di intervento

Il DMA 29/11/2000 prescrive che i piani di abbattimento e contenimento del rumore forniscano indicazioni circa “l’individuazione degli interventi e delle relative modalità di realizzazione” ed inoltre specifica che si intervenga secondo la seguente scala di priorità:

- ❑ direttamente sulla sorgente rumorosa;
- ❑ lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- ❑ direttamente sul ricettore.

Nei seguenti paragrafi vengono illustrate le modalità secondo cui Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd ha impostato la realizzazione degli interventi.

##### 4.7.2.1. *Interventi sulla sorgente*

Il gestore dell’infrastruttura non ha alcuna competenza per intervenire sull’emissione di rumore dei veicoli, compito che compete principalmente ai produttori (omologazione) ed ai proprietari (manutenzione) dei mezzi: pertanto l’unica opzione praticabile di intervento sulla sorgente è costituita dagli asfalti fonoassorbenti.

Il piano di abbattimento e contenimento del rumore recepisce in toto i programmi di rinnovo e manutenzione delle pavimentazioni attraverso cui nei prossimi anni le pavimentazioni chiuse saranno quasi completamente sostituite con quelle drenanti o ecodrenanti, aventi la duplice funzione di riduzione sia del rumore che dei fenomeni di acqua-planing in caso di pioggia.

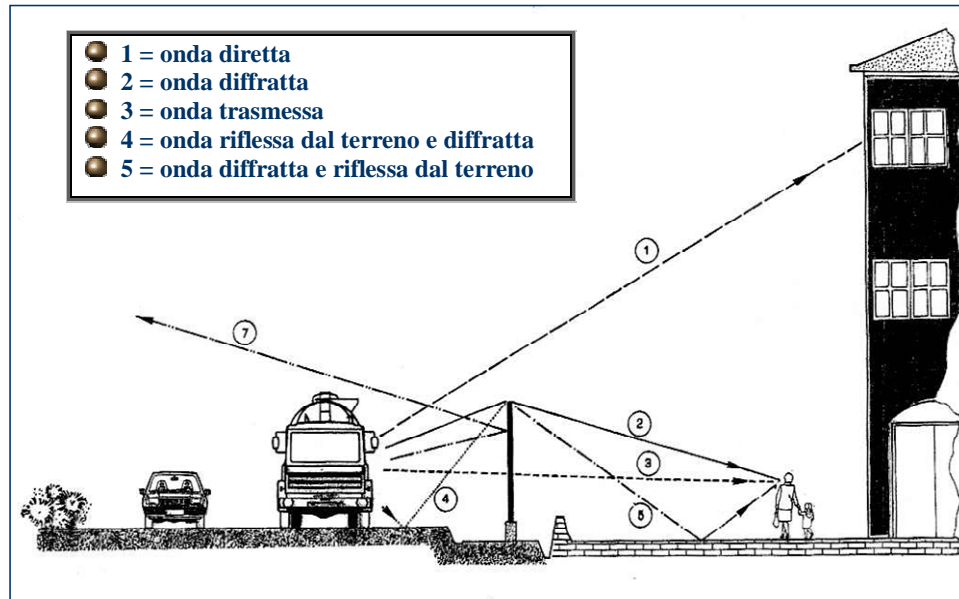
I principi su cui si basa l’effetto di tali pavimentazioni sono essenzialmente riconducibili alla riduzione:

- ❑ dei fenomeni di air-pumpig fra scanalature dei pneumatici e superficie stradale;
- ❑ dei fenomeni di amplificazione dovuti all’effetto “corno” fra superficie stradale e battistrada.

Inoltre le pavimentazioni fonoassorbenti contribuiscono a ridurre il contributo di tutte le altre sorgenti (motore, scarico, trasmissione) a seguito dell’effetto dell’assorbimento delle riflessioni multiple fra superficie stradale e sottoscocca, come anche la propagazione da sorgente a ricettore per assorbimento dell’onda riflessa sulla superficie stradale.

#### 4.7.2.2. Interventi sulle vie di propagazione

Le barriere antirumore costituiscono la soluzione più sperimentata e diffusa per il controllo del rumore per quanto riguarda le infrastrutture autostradali. I fenomeni attraverso cui le barriere antirumore esplicano la loro funzione sono sommariamente illustrati nella seguente figura:



Nelle zone di “ombra acustica” generate dallo schermo, l’attenuazione che può essere ottenuta è compresa in genere fra 4 e 15 dB[A], in funzione della posizione sorgente/ricettore e dell’altezza/lunghezza della barriera. Valori di attenuazione superiori sono tecnicamente raggiungibili, ma solo mediante interventi più complessi, quali ad esempio barriere con speciali aggetti, coperture totali o parziali mediante baffles. Nella predisposizione del piano di risanamento acustico si sono adottate le soluzioni parametriche, schematicamente rappresentate nelle seguenti figure:



- A. barriere verticali totalmente fonoassorbenti, di altezza variabile da 2 a 6 metri, con passo minimo di 1 metro;
- B. barriere integrate sicurezza ed antirumore.

Non si sono presi in esame aspetti quali scelta dei componenti e di materiali, forme o presenza di difrattori, in quanto tali peculiarità saranno trattate in modo esaustivo in fase di progettazione definitiva degli interventi.

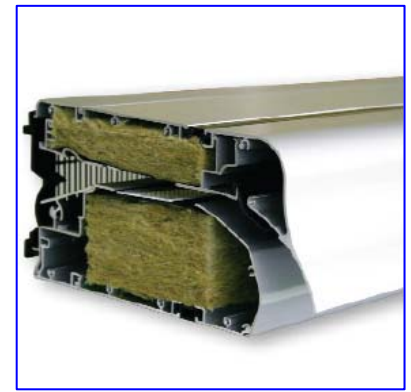
#### **4.7.2.3. Interventi sul ricettore**

Come già prima riportato, sia DPR 30/03/2004 che il DMA 29/11/2000 prevedono espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori “ qualora lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale”.

Nel caso di ricettori isolati o di edifici molto alti direttamente antistanti l’autostrada, l’intervento maggiormente conveniente ed efficace è l’insonorizzazione diretta degli edifici. Sebbene ogni situazione particolare costituisca un caso a sé, con la necessità cioè di effettuare diagnosi accurate, in linea di massima si può affermare che l’azione prioritaria per migliorare l’isolamento acustico globale delle facciate debba essere effettuata sulle superfici vetrate attraverso le alternative di seguito riportate in ordine di efficacia acustica crescente:

- sostituzione dei vetri tradizionali con vetri antirumore, come ad esempio multistrato di maggior spessore o doppi vetri con intercapedine riempita con speciali gas, come l’esafluoruro di zolfo, per migliorarne le capacità fonoisolanti;
- impiego di infissi antirumore, realizzati con telai a sezione speciale accoppiati mediante giunti elastici per impedire la trasmissione per via solida;
- realizzazione di doppi infissi, in aggiunta a quelli esistenti.

Di particolare interesse risulta la soluzione mediante infissi autoventilati (vedi figure seguenti), in quanto tale tecnologia permette di garantire un elevato fonoisolamento e contemporaneamente consente un passaggio dell'aria sufficiente per le esigenze di ricambio dell'ambiente interno.



Nella redazione del piano si è presa in considerazione la sola opzione di infissi antirumore autoventilati.

La possibilità di ricorrere ad interventi diretti sui recettori è possibile (art. 6 del DPR 142/04) per:

- impossibilità tecnica di conseguire i valori limite in facciata imposti dalla norma stessa
- valutazioni di carattere ambientale
- valutazioni economiche

L'adozione delle barriere acustiche è stata prescelta laddove si sono riscontrate aree in cui il numero di ricettori è tale da giustificare economicamente l'installazione delle stesse. Invece si sono adottati interventi di mitigazione diretti, mediante l'utilizzo di serramenti fonoisolanti, in contesti caratterizzati da una scarsa antropizzazione, in presenza di recettori isolati o agglomerati in numero massimo di tre ed in presenza di ricettori che, nonostante l'installazione della barriera, presentassero ancora superamenti dei valori limite (ad esempio edifici isolati di molti piani in vicinanza della sede stradale).

Tale criterio di scelta risulta avvalorato anche da considerazioni di carattere ambientale. Va notato, infatti, che l'inserimento di elementi non naturali per forma e materiali, quali le barriere antirumore, comporta un notevole impatto sul paesaggio, soprattutto in quelle aree in cui i segni antropici sono scarsi.

In considerazione dell'indeterminatezza del concetto espresso dalle parole "valutazioni economiche" utilizzate nelle normative, è stato definito un criterio "oggettivo" per orientare correttamente la scelta, tenendo conto del rapporto costi/benefici.

La scelta della tipologia di intervento è stata cioè definita in base sia a criteri acustici, ovvero l'indice di priorità P definito dal DMA 29/11/2000, sia a criteri economici, basandosi sull'indice di valutazione economica  $I_{VE}$  dato da:

$$I_{VE} = C_i / \sum_{i=1}^n R_p (L_i - L_i^*)$$

dove

$R_p$  = numero di persone protette dallo specifico intervento, valutate in base a sopralluoghi in situ o criteri statistici, tenendo comunque presenti almeno i dati di densità abitativa tipici della zona in esame (ultimo censimento ISTAT disponibile) o di una densità media di 1 abitante/100m<sup>3</sup> di abitazione;

$C_i$  = costo dello specifico intervento (€)

$L_i$  = valore limite da normativa (db[A])

$L_i^*$  = livello acustico conseguito a seguito dell'intervento (db[A])

Valori di  $I_{VE}$  superiori a 3,200 €/persona x db(A) rappresentano il limite al di sopra del quale è possibile orientarsi verso interventi diretti sul ricettore in alternativa alle barriere antirumore.

#### **4.8 Criteri di dimensionamento e pianificazione degli interventi**

Le barriere antirumore sono state dimensionate acusticamente (definizione di altezza e lunghezza) con il modello di calcolo previsionale precedentemente descritto, adottando però una procedura semplificata (numero ridotto di riflessioni e diffrazioni) al fine di ridurre i tempi di calcolo: infatti in tale fase è importante soprattutto pervenire ad una stima attendibile dell'entità degli interventi per poterne correttamente stimare costi e tempistiche di attuazione. Nella successiva fase di durata quindicennale prevista per la progettazione definitiva e la realizzazione delle opere, si provvederà a trattare in dettaglio tutti gli aspetti sia acustici (altezza e lunghezza della barriera, presenza di diffrattori o oggetti, impiego di diversi materiali, etc.) che di sicurezza (posizione rispetto alla barriera di sicurezza, pericolo incendi, resistenza agli urti, etc.) e di inserimento ambientale (materiali, forme e colori).



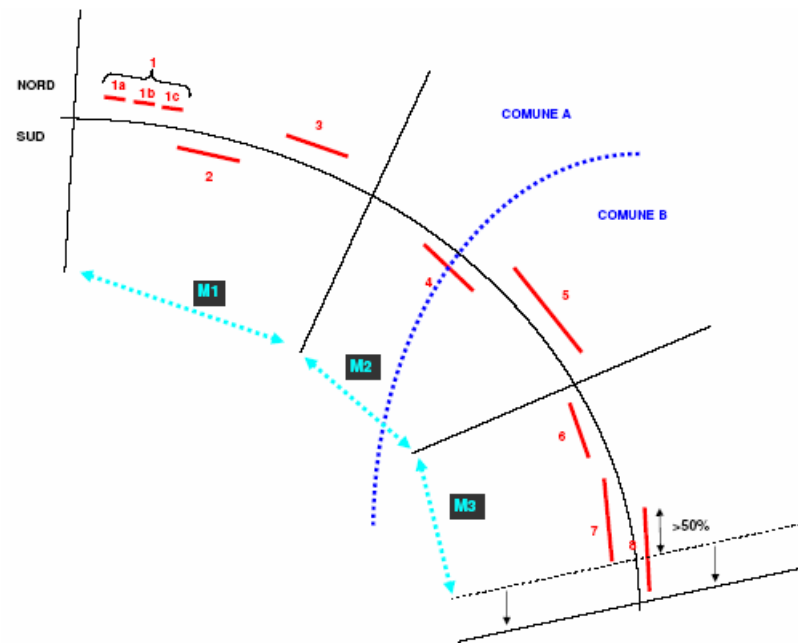
La superficie ed il numero di finestre antirumore sono state invece calcolati in modo parametrico, seguendo le indicazioni del DM Sanità 05/07/75 ovvero considerando una superficie vetrata pari ad 1/8 dell'area totale dei piani o degli edifici isolati per cui l'impiego delle barriere non riesce a garantire il raggiungimento dei limiti di facciata; anche in questo caso, l'esatta diagnosi del quanto realmente necessario verrà effettuata in fase di progettazione acustica definitiva. Inoltre, in fase di attuazione delle opere previste nel piano, il ricorso alla mitigazione con finestre sarà effettuato a seguito di una specifica procedura volta a giustificare e rendere più oggettivi i criteri di selezione, tenendo cioè conto dei costi unitari di protezione eseguiti tramite interventi diretti o tramite barriere.

La pianificazione degli interventi, che costituisce una parte fondamentale del piano di risanamento acustico, è stata invece effettuata con le seguenti finalità:

- ❑ distribuire nel modo più omogeneo possibile i lavori nei prossimi quindici anni;
- ❑ garantire una adeguata continuità di presentazione dei progetti definitivi ed espletamento degli iter autorizzativi;
- ❑ standardizzare i componenti dei manufatti, pur tenendo conto delle a volte contrastanti esigenze di inserimento ambientale, in modo da poter indirizzare le scelte verso produzioni di serie che possano garantire la qualità e durabilità dei prodotti;
- ❑ standardizzare le soluzioni costruttive, principalmente fondazioni e tecnologie di posa in opera, in modo da ridurre la durata delle fasi di cantierizzazione e quindi contenere quanto più possibile le restrizioni di traffico ed i conseguenti disagi alla circolazione.

Occorre infatti ricordare che le tutte attività afferenti al piano di risanamento acustico, costituendo un costante adeguamento alla normativa vigente, si configurano in pratica come un "unicum" continuo ed integrato alla manutenzione ordinaria dell'infrastruttura, tenendo per di più conto che nella maggior parte dei casi la realizzazione delle barriere antirumore è abbinata al rifacimento delle pavimentazioni ed all'adeguamento dei guard-rail.

Pertanto per pianificare le opere secondo i criteri sopra esposti, si è cercato di “accorpare” i singoli interventi secondo la procedura illustrata nella figura seguente e di seguito descritta:



- identificazione delle aree da proteggere secondo quanto descritto nel paragrafo 4.7.1
- calcolo di massima di altezza e lunghezza dello schermo acustico: in pratica si profila il bordo di diffrazione della barriera, identificando i cosiddetti “*interventi elementari*” (vedi elementi 1a, 1b, 1c) caratterizzati da una continuità altezza e/o in tipologia realizzativi;
- accorpamento di elementi elementari senza soluzione di continuità planimetrica per la realizzazione di un “*microintervento*” ( vedi elementi 1,2 3, 4, ..... ) rispetto a cui viene calcolato l’indice di priorità;
- raggruppamento di  $N$  microinterventi per costituire un “*macrointervento*” ( vedi elementi M1, M2, M3). Come si nota dalla figura un macrointervento può essere interamente contenuto nei confini di un solo comune o interessare quelli di due o più comuni; per ciascun macrointervento viene infine calcolato il relativo indice di priorità “ $p$ ”, ottenuto dalla somma degli indici dei singoli microinterventi, utilizzato per creare la gerarchia degli interventi, sia a livello regionale che nazionale.

Al macrointervento vengono anche attribuiti, senza uno specifico indice di priorità, tutti gli “*interventi diretti sul ricettore*” presenti nella tratta interessata dal macrointervento stesso.

#### 4.9 Calcolo degli Indici di Priorità

Secondo le specifiche dell'allegato I del D.M.A. del 29/11/2000 l'indice di priorità "p" viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$p = \sum_{i=1}^n R_i (L_i - L_i^*)$$

Dove:

- R<sub>i</sub>* è il numero di persone esposte, computate calcolando il volume di ogni piano di tutti gli edifici abitativi e sensibili da risanare, e successivamente ipotizzando, in base ai più diffusi criteri di igiene e sanità; una densità abitativa di un abitante ogni 100 m<sup>3</sup> di unità immobiliare (per i sensibili vengono stimati i posti letto per ospedali e case di cura, oppure i banchi per le scuole);
- L<sub>i</sub>* sono i livelli attuali di esposizione, calcolati con il modello previsionale e le procedure sopra descritte relative ai punti di ricezione ed ai flussi/condizioni di traffico medi annuali, distinguendo fra periodo di indagine diurno (06:00 - 22:00) e notturno (22:00 - 06:00)
- L<sub>i</sub>\** sono i limiti ammissibili per ciascun ricettore, ricavati applicando il criterio della concorsualità.

Per tutti i ricettori disposti entro le fasce di pertinenza ed appartenenti alle aree critiche ed alle zone di attenzione acustica, i limiti sono stati definiti tenendo conto della concorsualità, valutata secondo i criteri acustici definiti negli allegati 1 e 4 del DMA 29/11/2000, applicando la procedura di seguito descritta:

- individuazione delle sorgenti secondarie e degli edifici su cui insistono più fasce di pertinenza; in analogia a quanto svolto nella prima fase, in tale attività si sono prese in esame strade statali, provinciali e comunali di grande comunicazione e le reti ferroviarie (RFI e regionali);
- attribuzione alle sorgenti concorsuali di tipo stradale di specifici parametri funzionali (volumi e composizione del traffico, velocità medie, etc.), dedotti dai rilievi strumentali effettuati sulle sorgenti secondarie durante le campagne di misura descritte al paragrafo 4.3 e durante i vari progetti esecutivi di protezioni antirumore effettuati in molteplici tratti della rete autostradale di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd;

In linea generale, è stato utilizzato un criterio di ripartizione dei dati medi per tipologia di strada su base regionale o, in casi particolari, in mancanza di dati sperimentali, dai valori riportati nella seguente tabella:

Tipologia infrastruttura	Parametri di traffico <sup>(1)</sup>			
	Periodo diurno (06:00– 22:00)		Periodo notturno (22:00 – 06:00)	
	TGM (veicoli/h)	Composizione (% pesanti)	TGM (veicoli/h)	Composizione (% pesanti)
Autostrada primaria importanza	2500	22	1250	30
Autostrada media importanza	1500	20	750	25
Autostrada secondaria importanza	1000	20	500	25
Strada statale primaria	1600	10	800	20
Strada statale secondaria	900	8	450	15
Strada provinciale primaria	1300	7	650	12
Strada provinciale secondaria	600	4	300	8
Comunale tipo 1 <sup>(2)</sup>	3000	2	1500	3
Comunale tipo 2 <sup>(2)</sup>	2200	2	1100	3
Comunale tipo 3 <sup>(2)</sup>	1400	2	700	3

Nota (1) : per quanto riguarda le velocità medie, vengono assunti i limiti di legge specifici per ogni tratta.

Nota (2) :le strade comunali sono classificate come segue, in funzione della popolazione del comune stesso:

tipo 1 = abitanti < 75.000	tipo 2 = abitanti > 75.000 e < 250.000
tipo 3 = abitanti >250.000 e < 500.000	tipo 4 = abitanti > 500.000

- per il traffico stradale dell'autostrada (sorgente principale) si sono ovviamente utilizzati i dati di dedotti a consuntivo nel 2006 e proiettati all'anno 2012 (vedi paragrafo 4.5);
- attribuzione alle sorgenti concorsuali di tipo ferroviario dei i parametri funzionali (volumi e composizione traffico, velocità medie) dedotti dagli orari ufficiali e dai moduli M42;
- per le sorgenti concorsuali di tipo ferroviario, per le diverse categorie di convogli, si è fatto riferimento ai livelli di potenza sonora utilizzati da RFI per predisporre il proprio piano di risanamento acustico mentre i fattori di direttività sono stati desunti dalla banca dati della procedura DISIA del Ministero dell'Ambiente;
- verifica per ciascun ricettore della applicabilità o meno dei criteri di concorsualità, valutando in corrispondenza di ciascun ricettore se i livelli prodotti da ciascuna delle sorgenti concorsuali siano tali da soddisfare entrambi i seguenti requisiti:
  - A. i valori sono inferiori al limite di soglia  $L_S$ , con  $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} (N-1)$ , dove N è il numero totale di sorgenti presenti;

- B. la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB[A].

Nel caso che anche uno solo dei requisiti A o B non sia soddisfatto, la sorgente in esame deve essere presa in considerazione come “concorsuale” rispetto alla principale;

- definizione dei limiti ammissibili, applicando la formula  $L_S = L_{z\text{ona}} - 10 \log_{10} N$ , dove N è il numero totale di sorgenti “concorsuali”.

In definitiva, le varie zone oggetto di risanamento sono state raggruppate in funzione dei macrointerventi precedentemente definiti, calcolandone infine l’indice di priorità.

#### 4.10 Valutazione dei costi d’intervento

Per la valutazione dei costi degli interventi, secondo quanto definito nel DMA 29/11/2000, è possibile adottare due criteri distinti:

- adozione dei valori di riferimento riportati nell’allegato 3 del DMA del 29 novembre 2000 (riportati nella seguente tabella):

TIPO DI INTERVENTO	COSTO UNITARIO
Pavimentazione antirumore tradizionali	15.000 L./mq di superficie stradale trattata
Pavimentazioni eufoniche	30.000 L./mq di superficie stradale trattata
Barriere antirumore artificiali	400.000 L./mq
Barriere antirumore artificiali con diffrattore	450.000 L./mq
Barriere antirumore in muro cellulare rinverdito	580.000 L./mq per interventi su strade in esercizio
Barriere vegetali antirumore	150.000 L./mq di terreno piantumato
Barriere di sicurezza tradizionali	350.000 L./mq
Barriere di sicurezza di tipo ecotecnico	500.000 L./mq
Rilevato antirumore	300.000 L/m per $h < 3$ m dal piano strada 500.000 L/m per $3 \text{ m} < h < 6$ m da piano strada
Copertura a cielo aperto con baffles	500.000 L./ml con sede stradale fino a 18 m di larghezza 600.000 L./ml con sede stradale oltre 18 m di larghezza
Copertura totale	850.000 L./mq di sede stradale coperta
Giunti silenziosi	1.200.000 L./ml per escursioni dei giunti di $\pm 15$ mm 20.000.000 L./ml per escursioni dei giunti di $\pm 50$ mm
Finestre antirumore autoventilanti	3.000.000 L./mq per finestre con ventilazione naturale; 3.500.000 L./mq per finestre con ventilazione forzata
Rivestimenti fonoassorbenti di facciate di edifici	100.000 L./mq
Trattamento antirumore imbocchi di gallerie	50.000.000 per imbocco

- definizione dei costi parametrici delle soluzioni standard descritte nei paragrafi al fine di ottenere una stima dei costi più aderente alla realtà.

Nella predisposizione del piano, Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd ha seguito il secondo criterio, in modo da poter pervenire ad una corretta programmazione finanziaria degli interventi; i costi unitari sono stati ottenuti a consuntivo sulla base delle esperienze realizzati da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd dal 1990 ad oggi.

Sono state prese in esame tutte le fasi di progettazione (acustica ed esecutiva), costruzione e collaudo delle opere, ricavando i costi parametrici delle seguenti voci:

- Progettazione
  - aggiornamento topografico;
  - indagini in situ;
  - monitoraggi di rumore e traffico (monitoraggi ante-operam);
  - dimensionamento acustico interventi;
  - rilievi topografici (costo al metro lineare di intervento);
  - indagini geognostiche (costo al metro lineare di intervento);
  - indagini sulle opere (costo al metro lineare di intervento);
  - progettazione (preliminare, definitiva ed esecutiva) + sicurezza + cantierizzazione.
  
- Esecuzione lavori
  - costo degli interventi elementari;
  - costo dello spostamento delle interferenze;
  - costo della direzione lavori;
  - costo coordinamento della sicurezza in fase esecutiva;
  - collaudo statico;
  - verifiche di conformità dei prodotti;
  - collaudo acustico dei prodotti;
  - collaudo acustico degli interventi (monitoraggi post-operam).

Infine si è ottenuto il costo degli “interventi elementari”, differenziato in funzione dei parametri più influenti, ovvero:

- tipologia di intervento, distinguendo fra barriere, barriere integrate e finestre autoventilati;
- tipologia di fondazione, distinguendo fra barriera su rilevato/raso, barriera su muro e barriera su opera d’arte.

#### **4.11 Verifica degli interventi**

Il DMA 29/11/2000 al comma 5 dell’articolo 2, prevede che “entro sei mesi dalla data di ultimazione di ogni intervento previsto nel piano di risanamento, la società o l’ente gestore, nelle aree oggetto dello stesso piano, provvede ad eseguire rilevamenti per accertare il conseguimento degli obiettivi e trasmette i dati relativi al comune ed alla regione o all’autorità da essa indicata”.

Ovviamente tali accertamenti e collaudi saranno effettuati su quanto definito in fase di progetto definitivo degli interventi e non sui dati riportati nel presente studio che, si ripete, rappresentano esclusivamente un dimensionamento di massima utile ai fini della definizione delle priorità ed alla pianificazione temporale e finanziaria delle attività.

Qui di seguito sono sinteticamente riportati i criteri generali secondo cui saranno eseguiti i rilevamenti da parte di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd; innanzitutto è importante sottolineare che i tutti gli accertamenti saranno effettuati integrando misure e calcoli, in quanto un collaudo basto esclusivamente su monitoraggi è impraticabile per i seguenti motivi:

- per motivi tecnici: l’obiettivo degli interventi di risanamento è ridurre l’inquinamento acustico causato dall’autostradale entro i limiti previsti dalla vigente normativa, ottenuti cioè applicando il criterio della concorsualità. Pertanto i monitoraggi, che secondo quanto definito nel DMA 16/3/1998 devono essere effettuati in modo continuativo per una durata pari ad almeno una settimana, dovrebbero essere eseguiti con apparecchiature in grado di stimare separatamente il contributo della rumorosità causato dal traffico autostradale distinguendolo qualitativamente e quantitativamente dai contributi di tutte le altre sorgenti (traffico locale, industria, attività antropiche, eventi casuali, etc.) ed allo stato attuale non esistono strumenti in grado di eseguire tali analisi con la precisione richiesta.

Inoltre i dimensionamenti acustici sono effettuati su flussi e condizioni di traffico medi annuali e per di più proiettati ad anni successivi rispetto alla data di presentazione dei progetti (in genere 5 anni): pertanto i monitoraggi dovrebbero essere effettuati selezionando i giorni in maniera tale da far coincidere i dati di traffico durante il periodo di monitoraggio con quelli di progetto;

- di tempistica: il piano di risanamento riguarda tutti ricettori posti entro le zone critiche, il che nelle zone ad alta urbanizzazione significa migliaia di punti di collaudo, ciascuno di durata pari ad almeno una settimana: tale situazione, pur con massicci impieghi di centraline, richiederebbe tempi non compatibili con le esigenze dei cittadini, di controllo da parte degli enti locali ed amministrative da parte di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd e delle imprese esecutrici;
- motivi economici: il costo dei monitoraggi, esteso a tutti i ricettori protetti dallo specifico intervento, sarebbe eccessivamente oneroso (ed in alcuni casi più costoso dell'opera stesa da collaudare).

Per i motivi sopra esposti, la procedura di verifica e collaudo degli interventi di bonifica acustica sarà articolata nella seguenti fasi integrate:

- monitoraggi (traffico e rumore) in condizioni di ante-operam in posizioni preselezionate e successiva taratura dei modelli di calcolo impiegato per la progettazione degli interventi;
- verifica conformità prodotti/sistemi (prima della consegna lavori) e collaudo prodotti/sistemi, in fase di realizzazione dell'opera prima del completamento dei lavori;
- monitoraggi (traffico e rumorosità) in condizioni di post-operam nelle posizioni predefinite e verifica statistica degli scostamenti fra dati strumentali e di calcolo presso tutti i vari ricettori.



## **5. Fase attuativa del piano degli interventi di contenimento ed abbattimento**

Il piano di abbattimento e contenimento del rumore predisposto da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd prevede la realizzazione di un numero elevato di macrointerventi organizzati, come evidenziato nei paragrafi precedenti, sia sulla base di considerazioni di carattere acustico ma anche e soprattutto di carattere gestionale: infatti la natura e l'estensione delle opere interessanti tutto il territorio interessato, determinano la potenziale insorgenza di molteplici problematiche organizzative che, se trascurate, potrebbero portare a sensibili disagi per gli utenti.

In fase di attuazione, è possibile individuare per ciascun macro-intervento quattro distinte fasi operative, e precisamente:

1. progettazione esecutiva acustica
  - affidamento della progettazione acustica
  - esecuzione della progettazione acustica
2. progettazione esecutiva strutturale
  - affidamento della progettazione esecutiva
  - esecuzione della progettazione esecutiva
3. lavori
  - affidamento delle forniture e posa in opera
  - esecuzione delle forniture e posa in opera
4. collaudo

Sulla base delle esperienze finora maturate da Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd, è stato elaborato (vedi figura seguente) un “cronoprogramma tipo” relativo ad un macrointervento di media estensione.

IPOTESI CRONOPROGRAMMA PER MACRO-INTERVENTO DI 4.000.000 €																																								
Incidenze Temporali Fasi del Processo		MESI																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
<b>Progettazione esecutiva acustica</b>	Mesi	5																																						
affidamento*	2		A	A																																				
realizzazione	3				A	A	A																																	
<b>Progettazione esecutiva strutturale</b>	Mesi	5																																						
affidamento**	2					E	E																																	
realizzazione	3							E	E	E																														
<b>Lavori</b>	Mesi	26																																						
affidamento***	9										L	L	L	L	L	L	L	L	L	L																				
autorizzazioni	2																				L	L																		
interferenze	3																						L	L	L															
esecuzione	12																										L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
<b>Collaudo</b>	Mesi	1																																						
collaudo acustico + statico	1																																							C
<b>TOTALE</b>	Mesi	36	A	A	A	A	E	E	E	E	E	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	C		

\*I tempi di affidamento della progettazione acustica sono stimati nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto di tipo privatistico  
 \*\*I tempi di affidamento della progettazione esecutiva sono stimati nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto di tipo privatistico  
 \*\*\*Il tempo di affidamento dei lavori e' stimato nelle ipotesi di adozione di procedure di appalto previste dall'art. 12 del decreto legislativo n. 263 del 3 ottobre 2006

Dall’esame di quanto riportato nel “cronoprogramma tipo”, risulta evidente che tutte le attività di gestione devono essere improntate ad un sistematico e stringente controllo delle tempistiche attuative, affinché tutti gli interventi previsti nel piano possano essere portati a termine entro i termini stabiliti dalla legge. È comunque importante sottolineare che spesso sussistono vincoli non direttamente gestibili da parte di Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd, che possono determinare rallentamenti anche sensibili nel processo di attuazione operativa del piano, come ad esempio autorizzazioni paesaggistiche, idrogeologiche, urbanistiche e di genio civile che devono essere rilasciate da parte degli enti territorialmente competenti

Si ritiene pertanto fin d’ora importante sottolineare che la piena attuazione del piano nei tempi previsti dalla legge potrà essere fortemente e positivamente influenzata dall’adozione di

- ❑ modalità semplificate di affidamento dei servizi e lavori
- ❑ procedure standard semplificate di autorizzazioni da parte degli enti locali”

Altrettanto importante è la fase relativa all'iter autorizzativi da parte degli enti locali competenti : infatti, nonostante i numerosi interventi realizzati nel corso degli ultimi anni, finora non si è ancora riusciti si a definire una procedura standard, comune, consolidata e condivisa per quanto riguarda i vari rapporti che l'ente proprietario dell'infrastruttura deve porre in essere con gli enti interessati, sia per l'espletamento delle pratiche di autorizzazione sia per fornire una efficace informazione al pubblico ed ai cittadini.

## **6. Conclusioni**

Il piano impegnerà direttamente Autostrada Bs-Vr-Vi-Pd nei prossimi quindici anni, così come previsto dal DMA 29/11/2000, in attività coordinate gestite con i criteri assimilabili a quelli di una manutenzione dell'infrastruttura, allo scopo di perseguire un costante e tempestivo adeguamento alle norme di legge ed un reale miglioramento delle condizioni ambientali.

Affinché l'intero piano abbia successo è comunque essenziale una forte ed attiva partecipazione degli enti locali interessati (principalmente Regioni e Comuni), soprattutto ai fini di uno speditivo espletamento degli iter autorizzativi per le diverse fasi intercorrenti fra la presentazione del piano generale e dei vari progetti definitivi fino al collaudo degli specifici interventi.