

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Direttore Tecnico:

Il Geologo:

NA

PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

A.T.I.:



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integratore Specialistico:

Impresa Pizzarotti & C.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della

Dott. Ing. PIETRO MAZZOLI
IMPRESA PIZZAROTTI
ISCRITTO ORDINE
INGEGNERI-PARMA n.821

Titolo Elaborato:

**Asse principale
Interventi di mitigazione acustica
Generale**

Relazione descrittiva delle opere di mitigazione acustica

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

| N.RO IDENTIFICATIVO | CODICE COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | AMBITO | CAT OPERA | N OPERA | PARTE OP | TIPO DOC | N PROGR. DOC. | REV. |
|---------------------|-----------------|--|------|------|--------|--------------|-------------|-----------|----------|---------------|------|
| | RAAA | 1 | E | I | AP | BA | 00 | G | RE | 002 | C |
| C | 12/12/2014 | Istruttoria A15 | | | | Neri - Rogna | NIGRELLI | MAZZOLI | | | |
| B | 10/10/2014 | Istr. RINA n. 730-08/09/14 e A15 n. 712-01/09/14 | | | | Neri - Rogna | NIGRELLI | MAZZOLI | | | |
| A | 16/06/2014 | RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO | | | | Neri - Rogna | NIGRELLI | MAZZOLI | | | |
| Rev. | Data | DESCRIZIONE REVISIONE | | | | Redatto | Controllato | Approvato | | | |

SOMMARIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE FONOASSORBENTE | 4 |
| 3 | DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE PROGETTUALI DELLE OPERE DI PROTEZIONE ACUSTICA..... | 5 |
| 3.1 | Barriere bidimensionali..... | 5 |
| 3.1.1 | Caratteristiche acustiche..... | 5 |
| 3.1.2 | Barriere in legno..... | 8 |
| 3.1.3 | Barriere metalliche..... | 11 |
| 3.1.4 | Pannelli in vetro stratificato..... | 14 |
| 3.2 | Dune naturali | 14 |
| 3.2.1 | Dune in terra | 14 |
| 3.2.2 | Dune in terra con elemento bidimensionale in legno..... | 15 |
| 3.3 | Localizzazione degli interventi di mitigazione indiretti..... | 15 |
| 4 | INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI..... | 17 |

1 INTRODUZIONE

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato la necessità di porre in essere una serie di interventi atti a limitare l'impatto prodotto sulla componente rumore dall'esercizio del tracciato autostradale TI.BRE..

Il dimensionamento delle opere di mitigazione è stato effettuato con l'obiettivo di ricondurre i livelli di pressione sonora rilevati o calcolati presso ciascun ricettore, entro i limiti predefiniti.

Come suggerito dal DM 29.11.2000 sui Piani di Risanamento Acustico, la mitigazione del rumore è stata prevista mediante l'inserimento di interventi alla sorgente (pavimentazione fonoassorbente), interventi lungo la direzione di propagazione del suono (dune naturali e barriere bidimensionali) e interventi diretti sul ricettore (vetri ed infissi).

In particolare le opere di mitigazione previste a protezione dei ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica dell'infrastruttura si compongono di interventi indiretti, localizzati lungo la carreggiata autostradale e rappresentati da barriere antirumore e dune. Qualora attraverso l'inserimento di barriere non sia tecnicamente possibile il rispetto degli obiettivi di mitigazione sono previsti interventi diretti applicati agli edifici, finalizzati a migliorarne l'isolamento acustico.

Nei paragrafi successivi sono illustrati in linea generale i comportamenti delle 3 tipologie di mitigazione previste; per quanto concerne gli aspetti puntuali relativi ai singoli interventi di mitigazione acustica si rimanda a quanto illustrato nell'Elaborato RAAA1EIGEXX01ZRE001A.doc

Occorre ricordare infine che nel progetto definitivo sono state inserite anche delle dune con funzione mitigativa per altre componenti ambientali. Queste dune, non necessariamente richieste ai fini acustici, generano comunque un contributo migliorativo al comfort acustico sugli eventuali edifici schermati.

2 DESCRIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE FONOASSORBENTE

L'impiego di pavimentazioni drenanti in ambito autostradale costituisce ormai una consolidata metodologia per il controllo sia del rumore da traffico che dei fenomeni di acqua-planing in caso di pioggia.

I principi su cui si basa l'effetto di tali pavimentazioni sono essenzialmente legati alla riduzione del rumore di rotolamento a causa di:

- ⇒ riduzione dei fenomeni di air-pumping fra scanalature dei pneumatici e superficie stradale, a causa dei vuoti presenti nella superficie stessa;
- ⇒ riduzione dei fenomeni di amplificazione dovuti all'effetto "corno" fra superficie stradale e battistrada, a causa delle proprietà fonoassorbenti della pavimentazione.

Inoltre le pavimentazioni fonoassorbenti contribuiscono a ridurre il contributo delle altre sorgenti (motore, scarico, trasmissione) a seguito dell'effetto dell'assorbimento delle riflessioni multiple fra superficie stradale e sottoscocca. Infine, come effetto collaterale di minor importanza, tali pavimentazioni attenuano il rumore lungo la propagazione dalla sorgente al ricevitore (immagine seguente).

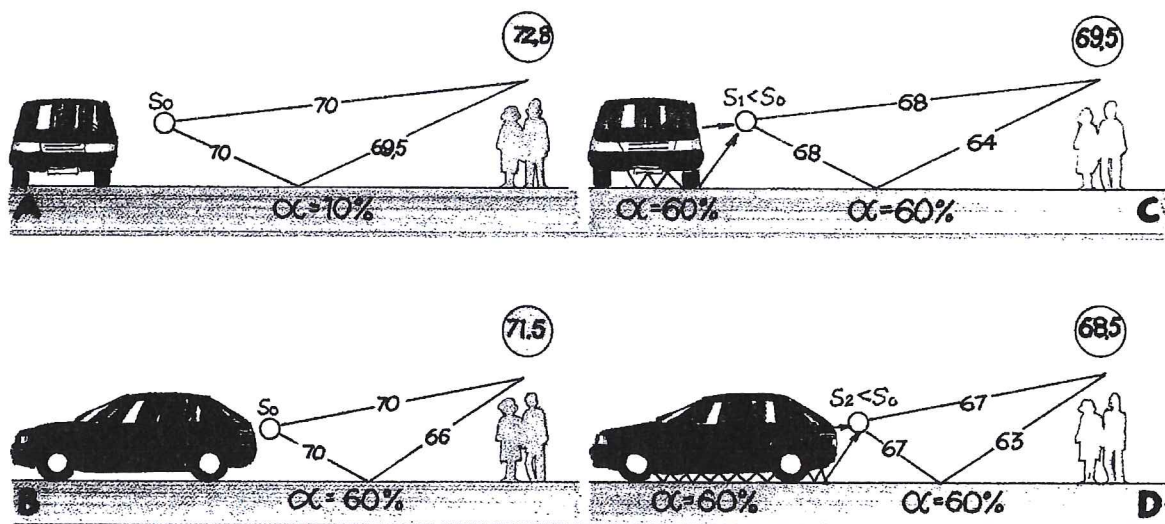


Figura 2.1 – Attenuazione in funzione dell'assorbimento della pavimentazione

L'insieme di tutti gli effetti, nei casi in cui è predominante il rumore di rotolamento (autostrade, strade di scorrimento veloce, tangenziali) porta a riduzioni globali di rumore stimabili in 2.5 – 3.5 dB(A) rispetto agli asfalti tradizionali di tipo chiuso: nelle modellazioni acustiche effettuate nella relazione RAAA1EIGEXX01ZRE001A.doc si è assunto un valore medio di attenuazione pari 3 dB(A).

Ai fini del presente studio acustico, riveste particolare importanza la natura del tappeto d'usura. Per ridurre le basse frequenze emesse in particolar modo dai veicoli pesanti, l'utilizzo di una pavimentazione drenante fonoassorbente, in grado di abbattere l'energia del rumore prodotto dal rotolamento degli pneumatici, è di fondamentale importanza. La banda delle basse frequenze risulta la più difficile da contenere, in quanto l'assorbimento di queste richiede strutture che permettano l'inserimento di assorbitori di volume elevato. Le pavimentazioni fonoassorbenti, oltre ad assorbire il rumore alla fonte, producono molto meno rumore a bassa frequenza rispetto alle pavimentazioni tradizionali.

Nel tratto autostradale in esame è stata messa in opera una pavimentazione con strato di usura in conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente, in grado di abbattere l'energia del rumore prodotto dal rotolamento dei pneumatici. Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con legante modificato, posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. L'applicazione di un tale strato è tipica solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale.

Le caratteristiche granulometriche degli inerti (nel caso di drenanti si utilizzano prevalentemente materiali di natura

silicea, nonché il rispetto delle richieste prestazionali, oltre che le metodologie di stesa, fanno sì che il tappeto d'usura adottato sulla presente tratta autostradale, possa essere considerato fonoassorbente.

In relazione a tale aspetto si sottolinea come la realizzazione di una pavimentazione fonoassorbente, che si configura come un intervento alla sorgente, sia di estrema garanzia nei confronti del ricettore, in quanto consente una riduzione del campo sonoro a tutti i piani dell'edificio. La pavimentazione consente di ridurre alla fonte l'emissione acustica, garantendo così una mitigazione anche per quei ricettori la cui protezione passiva non è di immediata fattibilità (es. edifici a 3 o più alti).

Al fine di garantire la performance del manto stradale è prevista una manutenzione programmata periodica del manto ed un rifacimento dello stesso ogni 6 anni.

La manutenzione programmata del manufatto stradale concorre infatti a diminuire l'attrito e l'effetto del rotolamento dei pneumatici sull'asfalto e pertanto garantisce una emissione sonora inferiore rispetto a strade che presentano buche, sconnessioni o alterazioni del manto stradale. Questo vale in particolare per i mezzi pesanti che, in presenza di manufatti irregolari, possono incrementare di qualche dBA l'emissione sonora. La manutenzione assume inoltre un ruolo fondamentale in corrispondenza dei viadotti per la presenza dei giunti, i quali costituiscono sempre una fonte aggiunta di rumore.

3 DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE PROGETTUALI DELLE OPERE DI PROTEZIONE ACUSTICA

La mancanza di edifici alti o particolarmente vicini al tracciato autostradale ha permesso di applicare il criterio generale di utilizzare dune/barriere di altezza massima di 3,5 metri ed integrare tali interventi ove necessario con elementi aggiuntivi (barriere di altezza pari a 1,5+2,0 metri), posizionati sulla sommità dei manufatti in terra.

In altre situazioni si è optato per barriere antirumore non posizionate su dune, ma su elementi fondazionali, di altezza massima pari a 4.5 metri.

Come premesso, gli interventi di mitigazione diretta sui ricettori sono stati ridotti al minimo e si è cercato di garantire il rispetto dei limiti mediante interventi sulla pavimentazione o con l'inserimento di protezioni antifoniche lungo la direzione di propagazione del suono.

Per l'ottimizzazione del dimensionamento delle barriere acustiche si sono presi in considerazione i seguenti elementi:

- ⇒ altezza delle dune naturali di 3,5 metri dal piano stradale con eventuale aggiunta sulla sommità della stessa di barriere bidimensionali di altezza (1,5+2,0) m. L'utilizzo delle dune è ad interessare tutti i contesti con profili del tracciato a raso o in rilevato basso (altezza da piano campagna inferiore ai 3 metri);
- ⇒ barriere bidimensionali di tipo fonoisolante e/o fonoassorbente di altezza massima pari a 4,5 m inserite in corrispondenza dei viadotti, dei ponti e dei rilevati alti. Il progetto prevede, solo dove è indispensabile, il posizionamento di pannelli o finestre trasparenti; per la parte trasparente, onde evitare l'impatto dell'avifauna contro queste strutture, si sono identificati le parti trasparenti con marker orizzontali.

3.1 BARRIERE BIDIMENSIONALI

3.1.1 CARATTERISTICHE ACUSTICHE

All'interno del complesso quadro normativo, sia nazionale che comunitario, riguardante le barriere acustiche ed i loro componenti, assumono un particolare rilievo le recenti norme tecniche che affrontano tanto le caratteristiche acustiche (fonoassorbimento, fonoisolamento, efficienza acustica e spettro tipico del rumore stradale), quanto le prestazioni non acustiche (requisiti meccanici, di stabilità, di sicurezza ed ambientali).

Il DM 29.11.2000 stabilisce che le barriere acustiche artificiali poste in fregio alle infrastrutture viarie e ferroviarie devono essere obbligatoriamente fonoassorbenti, laddove possano instaurarsi significativi fenomeni di riflessioni dell'onda sonora in corrispondenza di edifici; devono essere modulari, in massimo grado in modo da consentire la

rapida sostituzione di loro parti e la loro manutenzione.

Lo stesso Decreto prevede che le barriere devono essere certificate da enti anche appartenenti ad altre nazioni con le quali sia in vigore un accordo di reciprocità: le prove di certificazione del potere fonoisolante R devono essere eseguite secondo la norma EN 1793-2 e l'indice di valutazione del potere fonoisolante DLR si ricava secondo le norme EN 1793-2 e EN 1793-3; il coefficiente di assorbimento acustico deve essere certificato secondo la norma EN 1793-1 e l'indice di valutazione dell'assorbimento acustico si ricava secondo le norme EN 1793-1 e EN 1793-3.

Le caratteristiche di fonoisolamento e di fonoassorbimento devono essere certificate mediante prove finalizzate a qualificare preventivamente le diverse tipologie di barriere antirumore ed a fornire i dati di confronto mediante cui verranno effettuati i riscontri acustici delle opere.

Le modalità di prova sono descritte dalle seguenti norme:

- ⇒ progetto di norma europea, pr-EN 1793-5, per quanto riguarda le prove in situ di omologazione/prequalificazione ed il collaudo dei materiali;
- ⇒ norme UNI/EN 1793 parti 1, 2 e 3, per quanto riguarda le prove di laboratorio di omologazione/prequalificazione.

I requisiti acustici, oggetto della norma UNI EN 1793, possono essere divisi in due categorie:

- ⇒ Caratteristiche estrinseche (PARTE 1): questa categoria comprende l'efficienza acustica (insertion loss) di un sistema antirumore installato nella riduzione dei livelli di pressione sonora in una serie di punti sul territorio identificati come ricettori;
- ⇒ Caratteristiche intrinseche (PARTE 2): questa categoria comprende le caratteristiche proprie del prodotto antirumore indipendentemente dall'ambiente in cui esso è o sarà installato e dall'effetto finale di riduzione del rumore su ricevitori dati: sono tali le proprietà di assorbimento acustico o riflessione del suono, le proprietà di isolamento acustico per via aerea e, per le barriere con dispositivi agiunti, le modalità di diffrazione al bordo superiore.

L'efficienza acustica (insertion loss) è utilizzata per qualificare l'effetto finale del progetto e della sua realizzazione in opera; il sistema antirumore viene sottoposto al collaudo da parte di un tecnico competente in acustica ambientale allo scopo di accertarne la rispondenza alle previsioni progettuali. Le caratteristiche intrinseche vengono determinate in laboratorio o ambiente esterno.

L'isolamento acustico per via aerea è determinato:

- ⇒ in laboratorio in un campo sonoro diffuso, secondo la UNI EN 1793-2: è misurato il potere fonoisolante, R;
- ⇒ in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, secondo la CEN/TS 1793-5; viene misurato il sound insulation index, SI.

Entrambe le metodologie richiedono di esprimere i risultati in funzione della frequenza in bande di terzi d'ottava da 100 Hz a 5 kHz.

Le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dagli indici di valutazione, ottenuti impiegando gli spettri di rumore da traffico stradale secondo la UNI EN 1793: sono previste diverse classi di prestazioni, in modo da consentire al progettista l'ottimizzazione dei materiali prescelti in funzione delle diverse situazioni riscontrate durante il dimensionamento acustico degli interventi.

L'indice di isolamento (DL_R) deve essere superiore di almeno 10 db rispetto al maggior valore di efficienza acustica previsto dal progetto. Ad esempio se il progetto acustico prevede per i ricettori una riduzione di rumorosità di 10÷12 db(A), la barriera da impiegare deve possedere un indice di isolamento di almeno 20÷22 dB, ovvero deve essere almeno di classe B2 secondo la classificazione ottenuta con gli standard di prova UNI-EN 1793. Si riportano in Tabella 3.1.1 le classi di fonoisolamento previste da tale norma.

| Categoria | DL _R (dB) |
|-----------|----------------------|
| B0 | Non determinato |
| B1 | < 15 |
| B2 | da 15 a 24 |
| B3 | > 24 |

Tabella 3.1.1– Classi di isolamento acustico (uni en 1793-2)

L'assorbimento acustico è determinato:

- ⇒ in laboratorio in un campo sonoro diffuso, secondo la UNI EN 1793-1: viene misurato il coefficiente di assorbimento acustico apparente in approssimazione di Sabine, α_s ;
- ⇒ in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, secondo la CEN/TS 1793-5; viene misurato il reflection index, RI.

Entrambe le metodologie richiedono di esprimere i risultati in funzione della frequenza in bande di terzi d'ottava da 100 Hz a 5 kHz.

Le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dagli indici di valutazione, ottenuti impiegando gli spettri di rumore da traffico stradale secondo la UNI EN 1793: sono previste diverse classi di prestazioni, in modo da consentire al progettista l'ottimizzazione dei materiali prescelti in funzione delle diverse situazioni riscontrate durante il dimensionamento acustico degli interventi.

L'indice di fonoassorbimento (DL_α) deve essere valutato attentamente in tutti quei contesti ove l'uso di materiali riflettenti può generare problemi di riflessioni multiple e pertanto vanificare parte del contributo isolante della barriera acustica.

In generale l'uso di materiali riflettenti (polimetimetacrilato, vetro, polcarbonato, calcestruzzo non poroso, legno e metallo senza materiali fonoassorbenti, ecc.) non devono in genere essere usati quando:

- ⇒ i ricettori sono disposti su entrambi i lati dell'infrastruttura;
- ⇒ sono previste barriere antirumore l'una di fronte all'altra;
- ⇒ i ricettori sono molto vicini alla barriera (ad esempio a meno di 20 m);
- ⇒ le protezioni antirumore hanno altezza superiore a 4 metri.

Se comunque nelle situazioni tipologiche sopra riportate, l'impiego di materiali trasparenti risulti necessario per motivi paesaggistici (visione dell'ambiente circostante) o funzionali (proiezione di zone d'ombra su ricettori molto vicini alla barriera), occorre che il progetto acustico di dettaglio tenga conto delle possibili diminuzione dell'insertion – loss della barriera (riflessioni multiple fra barriera e sagome veicoli in transito, riflessioni multiple fra barriere parallele contrapposte) o degli aumenti di inquinamento acustico su ricettori disposti sul lato opposto alle barriere. In tal caso dovranno essere specificate le categorie di indice di assorbimento (riferite non ai singoli materiali, ma alla barriera nell'insieme), secondo quanto riportato nella Tabella 3.1.12 .

Il requisito della diffrazione al bordo superiore è introdotto a seguito della pubblicazione della CEN/TS 1793-4 nel dicembre 2003; per i dispositivi aggiunti ad un sistema antirumore, al fine di migliorare l'efficacia acustica agendo sull'energia difratta, le caratteristiche intrinseche di prestazione acustica sono determinate in un campo sonoro direttivo in ambiente esterno, secondo la CEN/TS 1793-4: è misurata la *diffraction index difference*, ΔDI .

| Categoria | DL _α (dB) |
|-----------|----------------------|
| A0 | Non determinato |
| A1 | < 4 |
| A2 | da 4 a 7 |
| A3 | da 8 a 11 |
| A4 | > 11 |

Tabella 3.1.12 – Classi di assorbimento acustico (uni en 1793-1)

In Tabella 3.1.11 sono riportate in sintesi le caratteristiche acustiche dei pannelli da implementare nelle barriere di progetto, sia per quanto concerne la parte opaca, che per quella riflettente.

| Caratteristiche Acustiche (prestazioni minime per Norma UNI EN 1793-1 e 1793-2) | | |
|---|---|---|
| Tipologia pannello | Categoria Prestazione di Assorbimento (UNI EN 1793-1) | Categoria Isolamento Acustico (UNI EN 1793-2) |
| Pannello in Legno | A3 | B2 |
| Pannello in Vetro stratificato | / | B3 |
| Pannelli in Alluminio forato | A4 | B3 |

Tabella 3.1.11 – Caratteristiche Acustiche delle barriere (prestazioni minime)

L'inizio e la fine di ogni intervento di mitigazione con barriere bidimensionali sono caratterizzati dalla presenza di un raccordo obliquo che permette di passare gradualmente da una quota iniziale 1,50-2,00 metri alla quota di progetto; tali elementi di raccordo sono addizionali rispetto alla lunghezza di calcolo della barriera e permettono di avere interventi più cautelativi e, da un punto di vista visivo, un passaggio più graduale dalla configurazione senza a quella con barriera e viceversa.

3.1.2 BARRIERE IN LEGNO

Sull'asse principale e sulle opere connesse sono previste barriere acustiche in legno su muro (B1, su duna (B2, B4, B5,) e su rilevato (PV-B3, PV-B1a, PV-B2)

BARRIERE SU MURO

B1a: Lunghezza L = 108 m, Altezza H = 2.5 m, Superficie 270 m²;

B4: Lunghezza L = 414 m, Altezza H = 1.5 m, Superficie 621 m²; la barriera B4 è su muro per un tratto di 113 m;

BARRIERE SU DUNA

B2: Lunghezza L = 150 m, Altezza H = 2 m, Superficie 300 m²;

B4: Lunghezza L = 414 m, Altezza H = 1.5 m, Superficie 621 m²; la barriera B4 è su duna per un tratto di 301 m;

B5: Lunghezza L = 354 m, Altezza H = 1.5 m, Superficie 531 m²;

Alle barriere antirumore sopra elencate rispetto al progetto definitivo sono state apportate le seguenti modifiche:

- la barriera B1 è stata modificata in termini di tipologia al fine di accogliere un'osservazione di privati che mediante relazione tecnica chiedeva la sostituzione della duna con pannellature;
- sulla base dell'osservazione e della sua condivisione dalla stazione appaltante è stata prevista una barriera interamente in legno di altezza pari a 2,5 metri per una lunghezza di 108 m denominata B1a e la restante parte sostituita interamente da una duna in terra denominata B1b;
- è stata modificata la lunghezza della barriera B5, che da 355 m è diminuita a 342 m (12 m), il ridimensionamento è reso necessario per la presenza del sovrappasso della S.P. 10 che comporta un abbassamento di quota della duna sulla quale è posta la stessa barriera B5; il ridimensionamento della barriera non comporta effetti negativi sul clima acustico di progetto ai ricettori esposti che rimane invariato, anche per la presenza del rilevato relativo al sovrappasso della S.P. 10, non considerato come effetto schermante nello studio acustico di PD;

I pannelli sono sostenuti da montanti metallici realizzati con profilati HEB160, posti ad interasse di 3,00 m, con alla base una piastra metallica.

BARRIERE SU MURO

Analizzando la composizione della barriera B1a, si prevede le seguenti soluzioni:

- dalla quota della sommità della duna fino ad un'altezza di 2,50 m sono previsti pannelli acustici fonoassorbenti-fonoisolanti opachi composti da pannellature di legno e materassini ad alto fonoisolamento con la parte esterna in massello di legno; i pannelli saranno contenuti in un opportuno telaio in masselli di legno;
- nella parte esterna il rivestimento dei montanti sarà con pannellini di legno e nell'estremità superiore della barriera è prevista una copertura in lamiera preverniciata di spessore 0.8 mm di colore analogo alla tonalità prevalente del legno;
- nell'estremità inferiore della barriera su sottovia è stata posizionata come finitura ulteriore una copertura in alluminio analoga a quella inserita nella parte superiore della barriera standard su rilevato.

Analizzando la sezione tipo di un pannello acustico dal lato sorgente verso l'esterno si incontrano i seguenti materiali:

- listelli in legno 55x20 mm stoncati sui due lati;
- rete in polietilene decorata a fasce cromatiche variabili tessuta con trama fine 90% e resistente ai raggi U.V.A.;
- doppio materassino ad alta fonoassorbenza composto da fibre naturali e vegetali agglomerate di spessore complessivo minimo 50 mm (25+25);
- camera di risonanza di 50 mm;
- pannellatura posteriore composta da assiti in legno stoncati e maschiati a battente di spessore 25 mm.

I pannelli posteriori sono collegati alla struttura tramite morali in massello di legno di dimensioni 50x70 mm ed il telaio portante risulta essere di tipo scatolare verticale in massello di dimensioni 100 x 80 mm.

Nella parte iniziale e terminale della barriera sono previsti, per uno sviluppo di 6 metri lineari, elementi obliqui utilizzando pannelli acustici opachi. Nella barriera B1 deve essere raccordata l'altezza minima di 1,5 metri a quella massima di 3,5 metri.

BARRIERE SU DUNA

Analizzando la composizione delle barriere B2, B4, B5, si prevede le seguenti soluzioni:

- dalla quota della sommità della duna fino ad un'altezza di 2,00 m per le barriere B2, e di 1,50 m per le barriere B4, B5, sono previsti pannelli acustici fonoassorbenti-fonoisolanti opachi composti da pannellature di legno e materassini ad alto fonoisolamento con la parte esterna in massello di legno; i pannelli saranno contenuti in un opportuno telaio in masselli di legno;
- nella parte esterna il rivestimento dei montanti sarà con pannellini di legno e nell'estremità superiore della barriera è prevista una copertura in lamiera preverniciata di spessore 0.8 mm di colore analogo alla tonalità prevalente del legno;
- nell'estremità inferiore della barriera su sottovia è stata posizionata come finitura ulteriore una copertura in alluminio analoga a quella inserita nella parte superiore della barriera standard su rilevato.

Analizzando la sezione tipo di un pannello acustico dal lato sorgente verso l'esterno s'incontrano i seguenti materiali:

- listelli in legno 55x20 mm stoncati sui due lati;

- rete in polietilene decorata a fasce cromatiche variabili tessuta con trama fine 90% e resistente ai raggi U.V.A.;
- doppio materassino ad alta fonoassorbenza composto da fibre naturali e vegetali agglomerate di spessore complessivo minimo 50 mm (25+25);
- camera di risonanza di 50 mm;
- pannellatura posteriore composta da assiti in legno stonati e maschiati a battente di spessore 25 mm.

I pannelli posteriori sono collegati alla struttura tramite morali in massello di legno di dimensioni 50x70 mm e il telaio portante risulta essere di tipo scatolare verticale in massello di dimensioni 100 x 80 mm.

Nella parte iniziale e terminale della barriera sono previsti, per uno sviluppo di 3 metri lineari, elementi obliqui utilizzando pannelli acustici opachi. Nella barriera B2 deve essere raccordata l'altezza minima di 1,5 metri a quella massima di 3,0 metri. Nella barriera B4 e B5 deve essere raccordata l'altezza minima di 1,0 metri a quella massima di 1,5 metri.

Per il grado di esposizione agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere accuratamente lavorati e realizzati con legno di ottima qualità, esente da radici, funghi e muffe. Non sono accettabili elementi danneggiati dagli attacchi da parte di batteri o insetti. Analogamente non sono accettabili elementi che presentino cricche, fessure profonde e nodi non collegati fermamente alla struttura.

Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con impregnanti speciali per evitare la formazione di funghi. In alternativa è previsto l'impiego di legno di durabilità naturale che non richiede di essere protetto mediante impregnazione in autoclave.

Come sostanza impregnante devono essere utilizzati sali preservanti inorganici indilavabili cosiddetti "ecologici", cioè esenti da arsenico e cromo.

Il legno utilizzato deve provenire da foreste gestite in maniera sostenibile nel rispetto delle norme ambientali di corretta politica forestale.

Le proprietà degli elementi acustici in legno devono essere:

| | | |
|--|-----------------------|--|
| Legno lamellare – classe di resistenza | DIN 4074, DIN 1052 | classe II |
| Classe di impregnazione | UNI EN 350-1 | Classe 1 o 2 |
| Classificazione di penetrazione e ritenzione del preservante | UNI EN 351-1 | Conforme il legno impregnato deve essere stato trattato con sali preservanti inorganici indilavabili cosiddetti "ecologici", cioè esenti da arsenico e cromo, in autoclave in pressione. |
| Durabilità del legno | UNI EN 350-1 | Certificata |
| Classe della specie legnosa per il legno di pino | UNI EN 350-2 | Certificata |
| Caratteristiche minime della struttura del pannello, al fine di garantire una durabilità di almeno 15 anni | UNI 11160 punto 8.2.3 | Certificata |

Le proprietà dei materassini fono assorbente devono rispondere ai seguenti requisiti:

| | | |
|-----------------------------|----------|---|
| Diametro medio delle fibre | UNI 6484 | >6µm |
| Massa volumetrica apparente | UNI 6485 | lana di roccia; $90 \text{ kg/m}^3 \leq Mva \leq 180 \text{ kg/m}^3$; lana di vetro; $40 \text{ kg/m}^3 \leq Mva \leq 60 \text{ kg/m}^3$; Fibre di poliestere $30 \text{ kg/m}^3 \leq Mva \leq 60 \text{ kg/m}^3$. |
| Grado di igroscopicità | UNI 6543 | <0.2% in volume con tempo di prova: 1 giorno |

| | | |
|---|-----------|---|
| Classe di reazione al fuoco (nel caso di installazione in galleria) | EN 135014 | Contributo al fuoco: A1 e A2 (non combustibili) Densità dei fumi s1 (assenza di fumi) Gocce incandescenti: d0 (assenza di gocce entro 600s) |
|---|-----------|---|

Le caratteristiche della verniciatura della lamiera di spessore 0.8 mm di finitura della parte superiore della barriera deve possedere le caratteristiche di seguito riportate:

| | | |
|---|-------------------|--|
| Valutazione dello spessore del film di vernice | UNI EN ISO 2360 | >60 um |
| Determinazione della brillantezza (con luce incidente a 60°) | UNI EN ISO 2813 | 3015 gloss |
| Valutazione del grado di aderenza | UNI EN ISO 2409 | Classe 0 (nessun distacco) |
| Valutazione della durezza (resistenza all'impronta Buchholz) | UNI EN ISO 2815 | >80 |
| Valutazione della resistenza all'urto | UNI EN ISO 6272 | Nessun distacco o fessurazione |
| Prova di resistenza alla corrosione in camera a nebbia salina acetica | UNI ISO 9227 | Dopo 1500 h di esposizione l'arruggimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 16 mm ² per un taglio ai 100 mm, con un massimo di 4 mm per ogni infiltrazione. Non è ammessa altra alterazione visibile o perdita di aderenza |
| Prova di resistenza alla corrosione accelerata Kestemich | UNI EN ISO 3231 | Nessuna corrosione oltre 1 mm dall'incisione dopo 24 cicli Determinazione della ritenzione della brillantezza |
| Determinazione della ritenzione della brillantezza | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |
| Determinazione della resistenza del colore | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |
| Determinazione della resistenza all'umidità | UNI EN ISO 6270-1 | Dopo 1000 ore di esposizione, nessuna formazione di bolle e penetrazione < 1 mm |
| Determinazione della resistenza alla corrosione filiforme | UNI EN ISO 3665 | Dopo 1500 ore di esposizione, penetrazione < 2 mm |

3.1.3 BARRIERE METALLICHE

Sull'asse principale sono previste barriere acustiche metalliche B3, B6 e B7

B3 - Lunghezza L = 153 m, Altezza H = 3.0 m, Superficie 459 m²; la barriera B3 è prevista di altezza pari a 2,5 metri sul piano stradale ma per ragioni di fissaggio ed estetiche al viadotto sul Fiume Taro è prevista di altezza complessiva pari a 3 m.

B6 - la barriera al fine di eliminare il diffrattore superiore è stata suddivisa in tre settori: B6a, Lunghezza L = 213 m, Altezza H = 4 m, Superficie 852 m²; B6b, Lunghezza L = 72 m, Altezza H = 4,5 m, Superficie 324 m²; B6c, Lunghezza L = 216 m, Altezza H = 4 m, Superficie 864 m²;

B7 - la barriera al fine di eliminare il diffrattore superiore è stata suddivisa in tre settori: B7a, Lunghezza L = 174 m, Altezza H = 3,5 m, Superficie 609 m²; B7b, Lunghezza L = 51 m, Altezza H = 4,0 m, Superficie 204 m²; B7c, Lunghezza L = 48 m, Altezza H = 3,5 m, Superficie 168 m²;

Alle barriere antirumore sopra elencate rispetto al progetto definitivo sono state apportate le seguenti modifiche:

- è stata modificata la lunghezza delle barriere B3, che da 150 m è aumentata a 153, B6, che da 500 m è aumentata a 501 m, e B7 che da 272 m è aumentata a 273 m;

- il ridimensionamento di un metro è reso necessario per rispettare il passo dei montanti pari a 3 metri e nel caso della B3 per bilanciare le strutture di sostegno della barriera stessa con le parti strutturali del viadotto rispettando comunque le progressive chilometriche;
- le barriere B7 e B6 sono state modificate in termini di tipologia al fine di eliminare il diffrattore con un oggetto a 45° verso la sorgente mantenendo inalterate le caratteristiche prestazionali;
- la barriera B6 per un tratto di 72 m e la barriera B7 per un tratto di 51 m sono state alzate di 0.5 m.

I pannelli sono sostenuti da montanti metallici realizzati con profilati HEB160, posti ad interasse di 3,00 m, con alla base una piastra metallica.

Analizzando la composizione delle barriere B6a, B6c, B7b, la soluzione prevede:

- dalla quota del muro fino a 3 m di altezza sono previsti pannelli acustici fonoassorbenti-fonoisolanti opachi composti da pannellature in alluminio;
- l'ultimo metro di barriera è costituito da un pannello di vetro stratificato con marker orizzontali per avifauna;

Analizzando la sezione tipo di un pannello acustico dal lato sorgente verso l'esterno si incontrano i seguenti materiali:

- lamiera forata in alluminio; Percentuale di foratura della lamiera (lato sorgente): $30\% \leq pf \leq 40\%$;
- Lega di alluminio - tipologia UNI EN 573-1: Lega Al-Mg~Mn del gruppo 3xxx;
- rivestimento antispolvero con tessuto fonoassorbente;
- materassino fonoassorbente di spessore 80 mm e densità 90 kg/mc;
- lamiera piena in alluminio verniciato spessore 15/10.

Nella parte iniziale e terminale della barriera sono previsti, per uno sviluppo di 6 metri lineari, elementi obliqui utilizzando pannelli acustici opachi. Nella barriera B6a e B6c deve essere raccordata l'altezza minima di 2,5 metri a quella massima di 4,0 metri.

Lo sviluppo e il raccordo d'altezza degli elementi obliqui rispetto al PD è stato leggermente modificato. In particolare si è aumentata l'altezza minima (l'altezza minima di 2.0 metri nel PD è stata alzata di 0.5 m), al fine di contenere l'effetto negativo delle code acustiche che hanno quando gli autoveicoli escono dalla zona d'ombra delle barriere. Tale necessità si è resa necessaria per la richiesta anche dell'eliminazione del diffrattore.

Nella barriera B6 è previsto un accesso con opportuna segnaletica da posizionare ogni 50 metri e munita di un idoneo serramento antipanico. La superficie del serramento è in vetro stratificato compreso in un opportuno telaio metallico, mentre la parte soprastante è in alluminio, per cui in corrispondenza dell'accesso si ha un'interruzione del tratto continuo orizzontale delle varie strisce di pannelli previsti.

Analizzando la composizione delle barriere B7a, B7c, la soluzione prevede:

- dalla quota del muro fino a 2,5 m di altezza sono previsti pannelli acustici fonoassorbenti-fonoisolanti opachi composti da pannellature in alluminio;
- l'ultimo metro di barriera è costituito da un pannello di vetro stratificato con marker orizzontali per avifauna;

Analizzando la sezione tipo di un pannello acustico dal lato sorgente verso l'esterno si incontrano i seguenti materiali:

- lamiera forata in alluminio; Percentuale di foratura della lamiera (lato sorgente): $30\% \leq pf \leq 40\%$;
- Lega di alluminio - tipologia UNI EN 573-1: Lega Al-Mg~Mn del gruppo 3xxx;
- rivestimento antispolvero con tessuto fonoassorbente;
- materassino fonoassorbente di spessore 80 mm e densità 90 kg/mc;

- lamiera piena in alluminio verniciato spessore 15/10.

Nella parte iniziale e terminale della barriera sono previsti, per uno sviluppo di 6 metri lineari, elementi obliqui utilizzando pannelli acustici opachi. Nella barriera B7a e B7c deve essere raccordata l'altezza minima di 2,0 metri a quella massima di 3,5 metri.

Analizzando la composizione della barriera B3, la soluzione prevede:

- dall'estradosso del viadotto fino alla quota di 1,50 metri dal piano stradale, sono previsti pannelli acustici fonoassorbenti-fonoisolanti opachi composti da pannellature in alluminio, per un'altezza complessiva di 2 metri;
- dalla quota di 1,50 metri fino a 2,50 metri dal piano stradale, sono previsti pannelli verticali di vetro stratificato con marker orizzontali per avifauna.

Le estremità orizzontali inferiore e superiore delle barriere sono rifinite con una copertura metallica in alluminio. Analizzando la sezione tipo di un pannello acustico dal lato sorgente verso l'esterno si incontrano i seguenti materiali:

- lamiera forata in alluminio; Percentuale di foratura della lamiera (lato sorgente): $30\% \leq pf \leq 40\%$;
- Lega di alluminio - tipologia UNI EN 573-1: Lega Al-Mg~Mn del gruppo 3xxx
- rivestimento antispolvero con tessuto fonoassorbente;
- materassino fonoassorbente di spessore 80 mm e densità 90 kg/mc;
- lamiera piena in alluminio verniciato spessore 15/10.

I montanti, e quindi i pannelli, risultano avere un'altezza complessiva di 3,05 metri con un prolungamento al di sotto della quota del profilato orizzontale in modo da schermare parte della struttura dell'impalcato.

La verniciatura dell'alluminio deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

| | | |
|---|------------------|--|
| Valutazione dello spessore del film di vernice | UNI EN ISO 2360 | >60 um |
| Determinazione della brillantezza (con luce incidente a 60°) | UNI EN ISO 2813 | 3015 gloss |
| Valutazione del grado di aderenza | UNI EN ISO 2409 | Classe 0 (nessun distacco) |
| Valutazione della durezza (resistenza all'impronta Buchholz) | UNI EN ISO 2815 | >80 |
| Valutazione della resistenza all'urto | UNI EN ISO 6272 | Nessun distacco o fessurazione |
| Prova di resistenza alla corrosione in camera a nebbia salina acetica | UNI ISO 9227 | Dopo 1500 h di esposizione l'arruggimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 16 mm ² per un taglio ai 100 mm, con un massimo di 4 mm per ogni infiltrazione. Non è ammessa altra alterazione visibile o perdita di aderenza |
| Prova di resistenza alla corrosione accelerata Kesternich | UNI EN ISO 3231 | Nessuna corrosione oltre 1 mm dall'incisione dopo 24 cicli Determinazione della ritenzione della brillantezza |
| Determinazione della ritenzione della brillantezza | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |
| Determinazione della resistenza del colore | UNI EN ISO 11341 | Perdita < 50% del valore iniziale |

| | | |
|---|-------------------|---|
| Determinazione della resistenza all'umidità | UNI EN ISO 6270-1 | Dopo 1000 ore di esposizione, nessuna formazione di bolle e penetrazione < 1 mm |
| Determinazione della resistenza alla corrosione filiforme | UNI EN ISO 3665 | Dopo 1500 ore di esposizione, penetrazione < 2 mm |

Le proprietà dei materassini fono assorbente devono rispondere ai seguenti requisiti:

| | | |
|---|-----------|---|
| Diametro medio delle fibre | Uni 6484 | >6 μ m |
| Massa volumetrica apparente | UN1 6485 | lana di roccia; 90 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 180 kg/m ³ ; lana di vetro; 40 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 60 kg/m ³ ; Fibre di poliestere 30 kg/m ³ ≤ Mva ≤ 60 kg/m ³ . |
| Grado di igroscopicità | UN1 6543 | <0.2% in volume con tempo di prova: 1 giorno |
| Classe di reazione al fuoco (nel caso di installazione in galleria) | EN 135014 | Contributo al fuoco: A1 e A2 (non combustibili) Densità dei fumi s1 (assenza di fumi) Gocce incandescenti: d0 (assenza di gocce entro 600s) |

3.1.4 PANNELLI IN VETRO STRATIFICATO

I pannelli in vetro fonoriflettenti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- Pannello fonoriflettente: 295 × 100 cm;
- LASTRA: Cristallo stratificato antisfondamento ed antiproiettile composto da due lastre di sp. 8 mm con interposto un film di polivinilbutirrale di sp. 1,5 mm ;
- TELAIO: Profilo in acciaio DX51 zn e verniciato Z275 sp. 2mm - Caratteristiche meccaniche: Snervamento 275 N/mmq; Resistenza 275 N/mmq; Allungamento A 275 N/mmq;
- GUARNIZIONE: Profilo dentato in EPDM sez. 43x35 mm - peso 640 gr/ml - SH 70+/-5 carico rottura min. (UNI 6065) 10MPa - Allungamento a rottura (UNI 6065) 300%;
- GUARNIZIONE ADESIVA: Profilo in EPDM a cellule chiuse - sez. 30*5 mm - densità 100+/-10kg/mc; durezza 50+/- SH- Resistenza a rottura (ASTM D412) 13kg7mq; Allungamento a rottura (ASTM D 412) > 360%;
- BULLONERIA DI FISSAGGIO: vite T.E. M12 in acciaio zn a caldo classe 8.8 UNI EN 20898; dado M12 in acciaio zn a caldo classe 8.8 UNI EN 20898; rondella M12 in acciaio zn a caldo classe 8.8 UNI EN 20898.

3.2 DUNE NATURALI

3.2.1 DUNE IN TERRA

Sull'asse principale e sulle opere connesse sono previste dune in terra:

B8 – Lunghezza L = 512,8 m e altezza H = 3.5 m sul piano stradale;

B1b – Lunghezza L = 42 m e altezza H = 3.5 m sul piano stradale.

Alle dune sopra elencate rispetto al progetto definitivo sono state apportate le seguenti modifiche:

- B8: nel PD la lunghezza prevista era di 460 m; è stata modificata la sua lunghezza per migliorare il raccordo con il cavalcavia alla Pk 6660;
- Lunghezza L = 512,8 m e altezza H = 3.5 m sul piano stradale
- la barriera B1b è un nuovo elemento con funzioni acustiche che integra la barriera la barriera B1a in legno a costituire per intero la barriera B1 prevista nel progetto definitivo con la tipologia duna più barriera;

Il piede della duna B8 è posizionato ad una distanza di 7,04 metri dal ciglio nero in modo da permettere la

realizzazione della futura terza corsia. La sezione tipo prevede per il corpo della duna l'utilizzo di materiale di riempimento derivante da operazioni di scotico o di scavo, la realizzazione di scarpate con pendenza 2/3, la sommità di larghezza 1,70 metri ed il ricoprimento di 30 cm di terreno vegetale per permettere un buon attecchimento dell'inerbimento e delle essenze previste.

Oltre a quelle con finalità di schermo acustico, sono previste delle dune ambientali per migliorare l'inserimento dell'infrastruttura nel territorio. Tali interventi hanno uno sviluppo complessivo di 1350 metri ed un'altezza costante di 2,5 metri con una sezione del tutto simile a quella descritta per la duna di mitigazione acustica.

Per ottimizzare l'effetto schermante nei confronti dei ricettori, è previsto un raccordo delle dune di mitigazione acustica sia con le rampe dei cavalcavia intercettati, con un allontanamento della duna dall'asse autostradale ed un aumento dell'impronta, che con le dune ambientali con le quali possono formare un presidio continuo e di sezione costante.

3.2.2 DUNE IN TERRA CON ELEMENTO BIDIMENSIONALE IN LEGNO

Il sistema mitigativo composto da dune in terra con in sommità barriere antirumore comprende:

B2 – Lunghezza L 150 – altezza duna H = 1.5 m e altezza barriera bidimensionale H =2,0 m;

B4 – Lunghezza L 414 – altezza duna H = 2 m e altezza barriera bidimensionale H =1,5 m;

B5 – Lunghezza L 348 – altezza duna H = 2 m e altezza barriera bidimensionale H =1,5 m;

La sezione tipo prevede per il corpo della duna l'utilizzo di materiale di riempimento derivante da operazioni di scotico o di scavo, la realizzazione di scarpate con pendenza 2/3, la sommità di larghezza 1,70 metri ed il ricoprimento di 30 cm di terreno vegetale per permettere un buon attecchimento dell'inerbimento e delle essenze previste.

3.3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE INDIRECTI

Il dimensionamento delle mitigazioni acustiche è stato sviluppato mediante l'utilizzo di uno specifico programma di simulazione così come descritto nel documento RAAA1EIGEXX01ZRE001A.doc. Nella tabella seguente sono riportate le informazioni di dettaglio su ogni barriera/duna inserita nel progetto con le seguenti specifiche:

- ⇒ Codice intervento: Codice dell'intervento, dove con il termine intervento si intende ogni tratto del sistema di mitigazione con caratteristiche omogenee (altezza, tipologia, comune di appartenenza). Il codice è formato da una stringa identificativa dell'opera (MB) e da un codice B (barriere e dune), combinato con un numero che fa riferimento all'ordine progressivo dell'intervento;
- ⇒ Tipologia barriera: indicazioni se duna o barriera bidimensionale, con indicazione se occorre fonoassorbente su uno o entrambi i lati;
- ⇒ Materiale: indicazione sul materiale della duna/barriera;
- ⇒ Comune: Comune di appartenenza del ricettore;
- ⇒ Lunghezza: Lunghezza del tratto dell'intervento indiretto;
- ⇒ Altezza: Altezza dell'intervento acustico considerato da piano stradale;
- ⇒ Elemento sopra duna: identificazione della presenza di un pannello schermante sopra la duna;
- ⇒ Carreggiata: Carreggiata/lato dell'infrastruttura stradale (Nord o Sud) lungo cui è localizzato l'intervento;
- ⇒ Chilometrica (inizio): Chilometrica di inizio dell'intervento indiretto;
- ⇒ Chilometrica (fine): Chilometrica di fine dell'intervento indiretto;
- ⇒ Tipologia tracciato: Tipologia del tracciato in corrispondenza dell'intervento indiretto.

| Codice intervento | Tipologia | Materiale | Comune | L (m.) | H da p.s. (m.) | Elemento sopra duna | Lato | Progr. Inizio | Progr. Fine | Tipologia tracciato |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|--------|----------------|---------------------|------|---------------|-------------|---------------------------|
| B1 | Barriera Fonoassorbente B1a | Legno | Fontevivo | 108 | 2.5 | / | Sud | -2+373.00 | -2+265.00 | Rilevato di circa 2 m |
| | Duna B1b | Terra | Fontevivo | 42 | 3.5 | / | Sud | -2+265.00 | -2+223.00 | Rilevato di circa 2 m |
| B2 | Duna + Barriera | Terra + legno | Fontevivo | 150 | 3.5 | 2.0 | Sud | -0+352.00 | -0+202.00 | Svincolo - raso |
| B3 | Barriera fonoassorbente | Alluminio forato + vetro | Trecasali | 153 | 3.0* | / | Nord | 2+002.00 | 2+154.00 | Viadotto |
| B4 | Duna + Barriera | Terra + legno | Trecasali | 414 | 3.5 | 1.5 | Nord | 2+858.00 | 3+267.00 | Rilevato di circa 2.5-3 m |
| B5 | Duna + Barriera | Terra + legno | Trecasali | 342 | 3.5 | 1.5 | Sud | 3+477.00 | 3+826.00 | Rilevato di circa 3.5 m |
| B6 | Barriera Fonoassorbente B6a | Alluminio forato + vetro | Trecasali | 213 | 4.0 | / | Sud | 4+018.00 | 4+231.00 | Rilevato di circa 2 m |
| | Barriera Fonoassorbente B6b | Alluminio forato + vetro | Trecasali | 72 | 4.5 | / | Sud | 4+231.00 | 4+303,263 | Rilevato di circa 2 m |
| | Barriera Fonoassorbente B6c | Alluminio forato + vetro | Trecasali | 216 | 4.0 | / | Sud | 4+303.263 | 4+519.00 | Rilevato di circa 2 m |
| B7 | Barriera Fonoassorbente B7a | Alluminio forato+vetr o | Trecasali | 174 | 3.5 | / | Sud | 5+490.00 | 5+665,00 | Rilevato di circa 3 m |
| | Barriera Fonoassorbente B7b | Alluminio forato+vetr o | Trecasali | 51 | 4.0 | / | Sud | 5+665,00 | 5+716,00 | Rilevato di circa 3 m |
| | Barriera Fonoassorbente B7c | Alluminio forato+vetr o | Trecasali | 48 | 3.5 | / | Sud | 5+716,00 | 5+765,00 | Rilevato di circa 3 m |
| B8 | Duna | Terra | Trecasali | 512.8 | 3.5 | / | Nord | 6+138.662 | 6+632.648 | Rilevato di circa 2-2.5 m |

Tabella 3.3.1 - Interventi di mitigazione - *La barriera B3 sul piano stradale si estende per 2.5 m

4 INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI

L'unico edificio soggetto ad intervento diretto è identificato con la sigla RRUM0037B; per tale ricettore è stata realizzata apposita scheda riportata in Allegato 1 del documento RAAA1EIGEXX01ZRE001A.

In tale scheda, oltre ad un inquadramento geografico dell'edificio è indicato lo stato dei serramenti e degli infissi, la tipologia di isolamento degli stessi nonché se è presente/assente un sistema di condizionamento/raffrescamento.

L'edificio in questione è rappresentato graficamente nella successiva Fig. 4.1.1.



Figura 4.1.1: Ricettore RRUM0037B

Al ricettore RRUM0037B nella situazione di esercizio con traffico simulato al 2042 sono stati calcolati i seguenti valori di immissione:

- periodo diurno: 76 dBA - esubero di 11 dB nel periodo diurno rispetto al limite di 65 dBA;
- periodo notturno: 68 dBA - - esubero di 13 dB nel periodo diurno rispetto al limite di 65 dBA.

L'edificio si colloca a ridosso della futura Tangenziale di Viarolo a distanze tali da non consentire la realizzazione di una barriera antirumore senza obliterare completamente la facciata orientale (quella della Figura 4.1.1) e ostruire totalmente l'accesso (il cancello a fianco).

Si ricorda a tal fine che il DPR 142/04 sul rumore da traffico stradale, prevede espressamente la possibilità di ricorrere a interventi diretti sui ricettori qualora considerazioni di carattere tecnico, economico od estetico rendano difficoltosi gli interventi sulla sorgente o con pannelli antirumore.

L'obiettivo dell'intervento diretto sul ricettore è il rispetto del limite notturno di 40 dB in ambiente abitativo nel periodo notturno.

Il ricettore RRUM0037B è un edificio disabitato in quasi stato di abbandono costituito da muri perimetrali in mattoni pieni con intonaco esterno e interno molto alterato non in grado di garantire contributo acustico.

In altri termini il muro che costituisce la facciata è una parete pesante monostrato realizzata con mattoni pieni a

doppia testa. I serramenti sono molto degradati e per il loro stato non sono sicuramente certificati.

Per questi materiali la previsione delle prestazioni acustiche al variare della frequenza è molto incerta poiché non si riesce a tenere conto in maniera affidabile delle diverse proprietà dei materiali, della geometria e tipologie e delle tecniche costruttive. Anche in questo caso le verifiche previsionali sono effettuate sulla base di dati sperimentali ottenuti in laboratorio. Dall'elaborazione di questi dati sono state proposte diverse leggi empiriche per la previsione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante. Tali leggi, basate sulla massa superficiale (M_s in kg/m^2), forniscono risultati non sempre congruenti e quindi vanno utilizzate con cautela:

| | | |
|---------------------------|---|----|
| - IEN | $R_w = 20 \times \log_{10}(M_s)$ | dB |
| - CTSB Francia | $R_w = 40 \times \log_{10}(M_s) - 45$ | dB |
| - Univ. Parma | $R_w = 15,4 \times \log_{10}(M_s) + 8$ | dB |
| - DIN | $R_w = 31,7 \times \log_{10}(M_s) - 27,6$ | dB |
| - DIN Tedesche | $R_w = 26,55 \times \log_{10}(M_s) - 16,66$ | dB |
| - Gran Bretagna | $R_w = 21,6 \times \log_{10}(M_s) - 2,2$ | dB |
| - UNI EN ISO 12354/1 | $R_w = 37,5 \times \log_{10}(M_s) - 42$ | dB |
| - Austria Onorm | $R_w = 32,4 \times \log_{10}(M_s) - 26$ | dB |
| - Media tra le precedenti | $R_w = 28,4 \times \log_{10}(M_s) - 19,3$ | dB |

dove:

M_s = Massa per unità di superficie [kg/m^2]

R_w = Potere fonoisolante [dB].

La facciata del ricettore RRUM0037B che compone il fabbricato, in ottemperanza al DPCM del 05/12/1997, deve rispettare un isolamento normalizzato di facciata, da misurare su facciate con serramenti rivolte all'esterno dell'edificio, di $D_{2m,nT,w} > 40$ dB.

Il muro perimetrale dell'edificio è rappresentato dalla seguente struttura muraria:

- muratura da due teste in mattoni pieni spessore 22 cm: Peso specifico = 1.800 kg/m^3 ;
- intonaco esterno: molto alterato non consente nessun contributo di isolamento acustico
- intonaco interno: molto alterato non consente nessun contributo di isolamento acustico

La parete sopra indicata, sulla base delle relazioni proposte nel precedente cap. 5, è rappresentata dal seguente potere fonoisolante:

- $R_w = 50,6$ dB.

La parete perimetrale presenta apparentemente un potere di fonoisolamento adeguato. L'unico elemento di debolezza sono i serramenti che dall'immagine fotografica (v. Fig. 4.1.1) appaiono inconsistenti.

Al fine di ottenere un isolamento adeguato, affinché all'interno dei vari locali costituenti l'unità abitativa si rispetti il limite di 40 dB nel periodo notturno, è necessaria l'installazione di serramenti che garantiscano un potere di fonoisolamento non inferiore a 38 dB.

Nel caso in questione occorre ricorrere a prodotti certificati ed omologati.

Nel foro di areazione del locale cucina e del locale caldaia deve inoltre essere previsto un aeratore insonorizzato (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che permette il passaggio dell'aria limitando fortemente la propagazione del rumore, mediante percorsi a labirinto per il passaggio dell'aria e l'impiego di materiali fonoassorbenti; tale aeratore ha la forma di un cassonetto installato in genere nella parte superiore della finestra, ed è dotato all'esterno di alette parapiovra ed all'interno di una serranda per la regolazione del flusso di aria. Alcuni tipi di aeratore sono dotati anche di ventilatore elettrico al fine di garantire il passaggio dell'aria anche in assenza di differenza di pressione sui due lati dell'infisso

Possono essere installati anche modelli muniti di uno speciale filtro a carboni attivi, in grado quindi di depurare in modo significativo l'aria introdotta nell'ambiente: tale soluzione si presenta molto interessante.

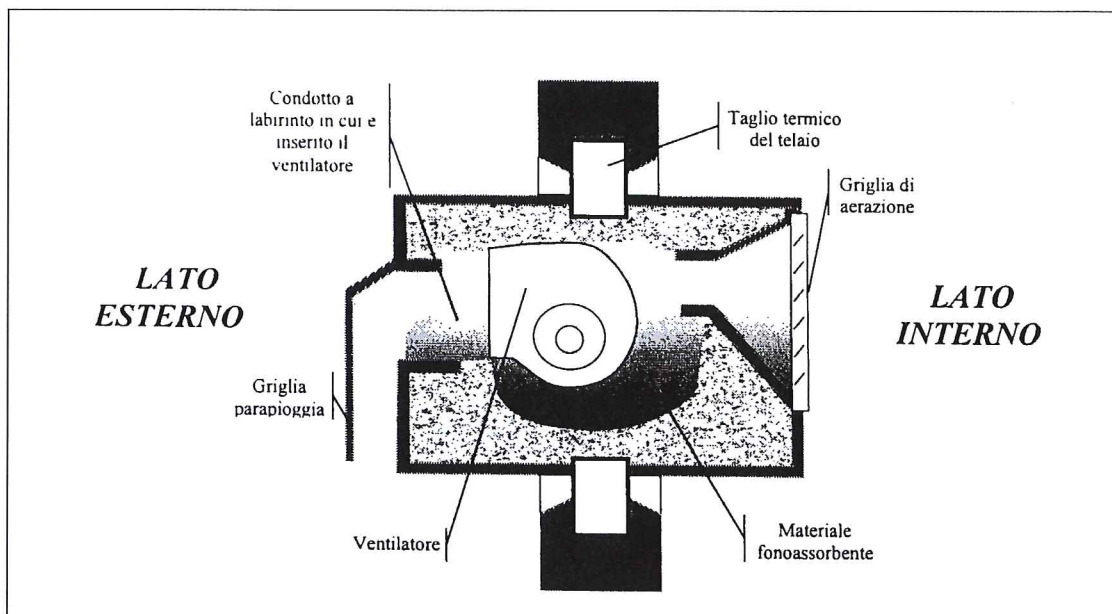


Figura 4.4.1 – Particolare di aeratore insonorizzato