

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 Responsabile di Progetto
Dot. Ing. Luca Bondanelli*

Il Geologo:

NA

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

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 Integrazione Prestazioni Specialistiche:
Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.
Ing. Pietro Mazzoli
INGEGNERI PARMA n. 821
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Viabilità ordinaria e di adduzione all'Autostazione Trecasali
- Terre Verdiane
Variante S.P. 10 all'abitato di Viarolo
Barriere antirumore
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	VO	VO	01	R	RE	004	B	
B	12/12/2014	Istruttoria A15				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 DELLE TIPOLOGIE PROGETTUALI DELLE OPERE DI PROTEZIONE ACUSTICA.....	3
2.1	Barriere bidimensionali.....	3
2.1.1	Caratteristiche acustiche.....	3
2.1.2	Barriere in legno	6
2.1.3	Pannelli in vetro stratificato	9
2.2	Dune naturali	9
2.2.1	Dune in terra	9
2.3	Localizzazione degli interventi di mitigazione indiretti.....	10
3	INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI.....	11

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 delle opere minori di adduzione al 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 d'interventi lungo la direzione di propagazione del suono (dune naturali e barriere bidimensionali) e interventi diretti sui ricettori (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 stradale 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 DELLE TIPOLOGIE PROGETTUALI DELLE OPERE DI PROTEZIONE ACUSTICA

La mancanza di edifici alti o particolarmente vicini al tracciato stradale ha permesso di applicare il criterio generale di utilizzare dune/barriere di altezza contenuta (max di 4,0 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 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 2,5 metri dal piano stradale. L'utilizzo delle dune interessa 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 4,0 m inserite in corrispondenza del rilevato stradale. 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.

2.1 BARRIERE BIDIMENSIONALI

2.1.1 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 aggiunti, 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 2.1.1 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 2.1.1– 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 (polimetilmetacrilato, 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 risulta 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 2.1.12 .

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

In Tabella 2.1.11 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 2.1.11 – 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.

2.1.2 BARRIERE IN LEGNO

Sulla Tangenziale di Viarolo sono previste barriere acustiche in legno su rilevato (PV-B3, PV-B2):

PV-B3: Lunghezza L = 252 m, Altezza H = 4 m, Superficie 1008 m².

PV-B2: Lunghezza L = 138 m, Altezza H = 2,5 m, Superficie 345 m².

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

- è stata modificata la lunghezza della barriera PV-B3 che da 253 m si riduce a 352 m;
- il ridimensionamento di un metro è reso necessario per rispettare il passo dei montanti pari a 3 metri;
- la barriera PV-B2 è stata modificata in termini di tipologia al fine di accogliere un'osservazione di privati che mediante relazione tecnica chiedevano la sostituzione della duna con pannellature;
- sulla base dell'osservazione e della sua condivisione dalla stazione appaltante sono state previste barriere interamente in legno di altezza pari a 2,5 metri;
- la barriera PV-B1 è stata modificata in termini di tipologia; nel progetto definitivo era prevista una duna di 0.5 metri con sormontata da 2 metri di pannellature in legno per una lunghezza complessiva di 130 m s superficie pari a 260 m²; è stata interamente sostituita con una duna in terra di altezza pari a 2.5 metri con finalità paesaggistiche e ambientali;
- il cambio di tipologia non inficia negativamente sul clima acustica perché la barriera PV-B1 per la sua posizione riveste un ruolo secondario sulla propagazione del rumore;

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 RILEVATO

Analizzando la composizione della barriera PV-B3, si prevede le seguenti soluzioni:

- dalla quota del piano stradale fino ad un'altezza di 3,00 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;

- nell'ultimo metro sono previsti pannelli in vetro stratificato con marker orizzontali per avifauna con una larghezza del marker di 2 cm ed una distanza di 10 cm; per questa tipologia di pannelli si prevede un opportuno telaio metallico;
- 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 composizione della barriera PV-B2, si prevede le seguenti soluzioni:

- dalla quota del piano stradale 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 s'incontrano i seguenti materiali:

- listelli in legno 55x20 mm stondati 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 stondati e maschiati a battente di spessore 25 mm.

Nella parte iniziale e terminale della barriera sono previsti elementi obliqui utilizzando pannelli acustici opachi.

Nella barriera PV-B3 deve essere raccordata l'altezza minima di 2,0 metri a quella massima di 4,0 metri, mediante l'impiego di elementi per uno sviluppo lineare di 6 metri.

Nella barriera PV-B2 deve essere raccordata l'altezza minima di 1,5 metri a quella massima di 2,5 metri, mediante l'impiego di elementi per uno sviluppo lineare di 3 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	>6 μ m
Massa volumetrica apparente	UNI 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	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 μ m
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

2.1.3 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.

2.2 DUNE NATURALI

2.2.1 DUNE IN TERRA

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

PV –B1 – Lunghezza L = 219 m e altezza H = 2.5 m sul piano stradale;

AMB1 – Lunghezza L = 287 m e altezza H = 2.5 m sul piano stradale;

AMB2 – Lunghezza L = 371 m e altezza H = 2.5 m sul piano stradale;

AMB3 – Lunghezza L = 692 m e altezza H = 2.5 m sul piano stradale;

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

- PV –B1: barriera che nel progetto definitivo era costituita da una barriera mista duna + pannelli di legno per un'altezza complessiva di 2,5 m; per ragioni paesaggistico ambientali è stato modificato il profilo della barriera sostituendolo interamente da duna (PV-B1);
- AMB1, AMB2 e AMB3: il progetto definitivo prevedeva un unico elemento sul raccordo tra la S.P. 10 all'altezza di San Quirico e il casello autostradale di Trecasali di lunghezza pari a 250 m e altezza sul piano stradale di 2,5; tali elementi non hanno solo funzione acustica ma anche paesaggistica e le variazioni apportate nel PE hanno prevalentemente un effetto estetico;

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.

2.3 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
PV-B1	Duna	Terra	Parma	219	2.5	/	Nord	-0+004.00	0+210.00	Raso
PV-B2	Barriera Fonoassorbente	Legno	Parma	138	2.5	/	Nord	0+024.00	0+132.00	Raso
PV-B3	Barriera Fonoassorbente	Legno + vetro	Trecasali	252	4.0	/	Nord	1+147.00	1+400.00	Raso
Amb1	Duna	Terra	Trecasali	287	2.5	/	Nord	Da casello	A rotatoria	Raso
Amb2	Duna	Terra	Trecasali	371	2.5	/	Nord	0+720.00	1+086.00	Raso
Amb3	Duna	Terra	Trecasali	692	2.5	/	Nord	0+042.00	0+617.00	Raso

Tabella 2.3.1 - Interventi di mitigazione

3 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. 3.1.1.



Figura 3.1.1: 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 foncassorbenti; tale aeratore ha la forma di un cassonetto installato in genere nella parte superiore della finestra, ed è dotato all'esterno di alette parapiovvia 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.

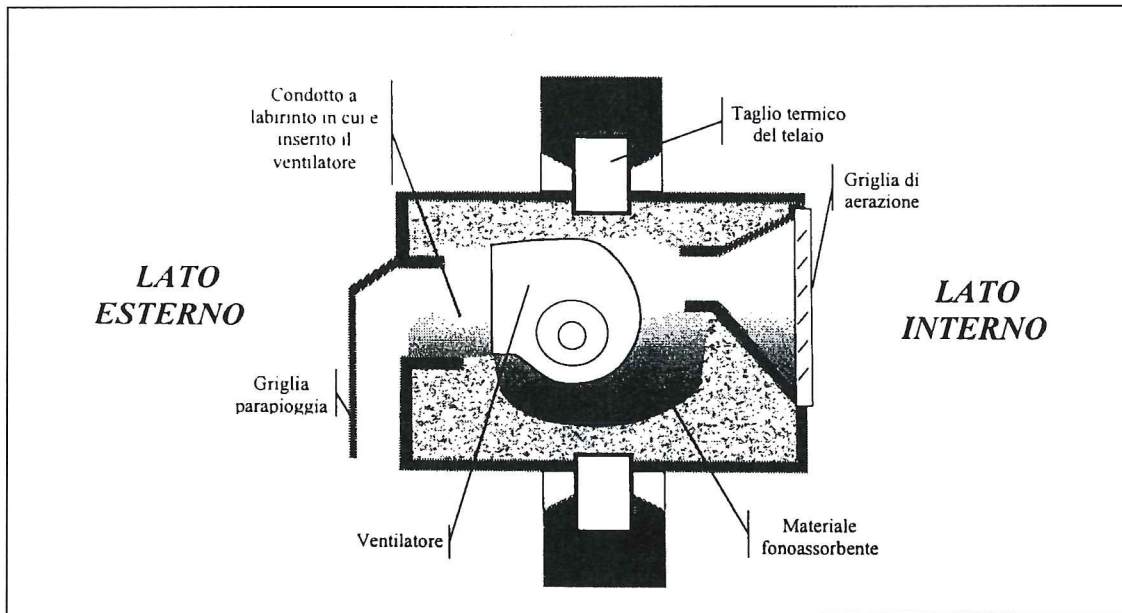


Figura 3.4.1 – Particolare di aeratore insonorizzato