



**Regione del Veneto**  
Giunta Regionale Segreteria Regionale  
alle Infrastrutture e Mobilità Direzione  
Infrastrutture di Trasporto  
www.regione.veneto.it



**Veneto Strade**  
Via C. Baseggio n. 5  
30174 Mestre, Venezia  
www.venetostrade.it

REGIONE DEL VENETO

## NUOVA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO DELLA DESTRA E SINISTRA PIAVE ALLA SUPERSTRADA PEDEMONTANA VENETA COMUNE DI VIDOR E DI CROCETTA DEL MONTELLO - PROVINCIA DI TREVISO



LIVELLO DI PROGETTO

### PROGETTO DEFINITIVO DELLA VIABILITA' DI COLLEGAMENTO TRA LA S.P.2 E LA S.P.34

TITOLO ELABORATO

### ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI RELAZIONE TECNICA BARRIERE FONDOASSORBENTI

Codice elaborato

**VIA 2.6**

SCALA

-

REV	DATA	DESCRIZIONE
0	giugno 2024	Prima emissione

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
DZ	DZ	DZ

PROGETTISTI - PROFESSIONISTI RESPONSABILI  
progetto strutturale



**ENERGO s.r.l.**  
Via Guido Rossa 29  
Ponte San Nicolò  
35020 (PD)  
Tel. +39 049 8967449

<b>1. SOMMARIO</b>	
<b>2. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. REQUISITI GENERALI DELLE BARRIERE ACUSTICHE</b> .....	<b>4</b>
3.1. REQUISITI ACUSTICI .....	4
Indice di fonoisolamento DLR .....	6
Indice di fonoassorbimento $DL\alpha$ .....	6
3.2. REQUISITI NON ACUSTICI .....	6
3.3. REQUISITI DI DURABILITÀ .....	11
3.4. REQUISITI DI MANUTENZIONE .....	11
3.5. REQUISITI RELATIVI AI MATERIALI .....	11
<b>4. DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA TIPO</b> .....	<b>14</b>
<b>5. CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI ESECUTIVE</b> .....	<b>15</b>
5.1. SOLUZIONI INDIVIDUATE .....	15
5.2. CRITERI PROGETTUALI PER LA RISOLUZIONE DEI PUNTI SINGOLARI .....	16

## 2. PREMESSA

Il presente documento descrive i criteri e le scelte relative al progetto definitivo delle barriere acustiche fonoassorbenti relative al progetto della nuova viabilità di collegamento fra destra e sinistra Piave in comune di Vidor. La presente relazione è redatta in conformità a quanto richiesto da:

- EN 1793-1 indica come misurare l'assorbimento acustico dei prodotti da installare in campo sonoro diffuso, come per esempio i rivestimenti fonoassorbenti all'interno delle gallerie. La EN 1793-5 indica come misurare l'assorbimento acustico dei prodotti da installare in campo sonoro diretto, come per esempio le barriere e le coperture installate in campo aperto.
- EN 1793-3 presenta uno spettro sonoro normalizzato del rumore da traffico, da utilizzare per ricavare un indice unico di valutazione dell'assorbimento e dell'isolamento acustici, che in realtà sono funzione della frequenza. La EN 1793-2 indica come misurare l'isolamento acustico dei prodotti da installare in campo sonoro diffuso, come per esempio le pareti di gallerie artificiali. La EN 1793-6 indica come misurare l'isolamento acustico dei prodotti da installare in campo sonoro diretto, come per esempio le barriere e le coperture installate in campo aperto.
- EN 1793-4 specifica come misurare l'efficacia dei dispositivi aggiunti in sommità alle barriere (attenuazione per diffrazione intrinseca). Il campo di applicazione della EN 1794-1 è chiaramente quello delle caratteristiche statiche.
- EN 1794-2 riguarda invece caratteristiche quali la reazione al fuoco, la resistenza all'impatto di pietre o di parti di veicolo in caso d'incidente, ecc.. La EN 14389 specifica come valutare la durata a lungo termine (durabilità) dei componenti delle barriere acustiche e ingloba le attuali due parti EN 14389-2 e -2.
- EN 17383, che attualmente è allo stadio di progetto, fornirà per la prima volta una specifica degli indicatori di sostenibilità ambientale che il Produttore dovrà utilizzare per dichiarare la corrispondenza dei suoi prodotti al requisito essenziale n° 7 del CPR, e cioè l'uso sostenibile delle risorse naturali.
- UNI 11160: Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di sistemi antirumore per le infrastrutture stradali

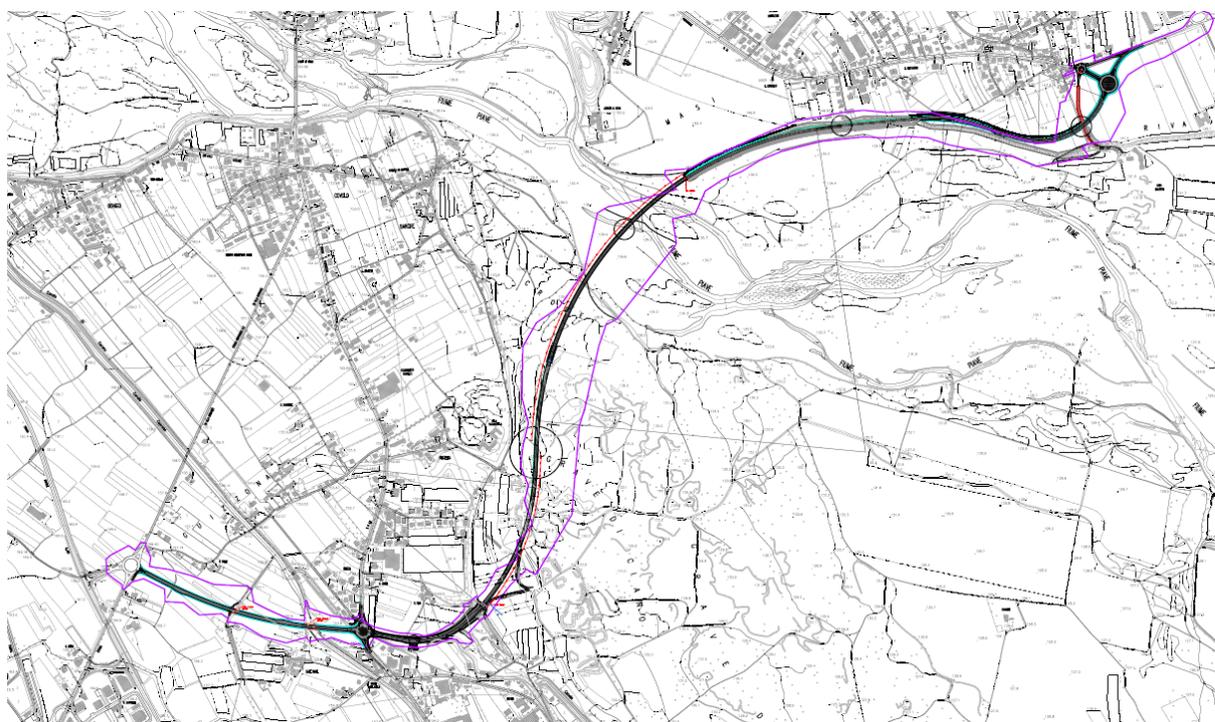
La Norma UNI 11160:2005 tratta in modo organico tutte le tematiche non coperte dalla Norma prodotto europea e che sono di competenza nazionale: aspetti progettuali, caratteristiche dei materiali, il montaggio, la manutenzione e la gestione del fine vita. Si tratta di un valido riferimento per gli Enti gestori e i Progettisti impegnati nella predisposizione dei capitolati di fornitura.

- UNI TR 11338: marcatura CE dei sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra

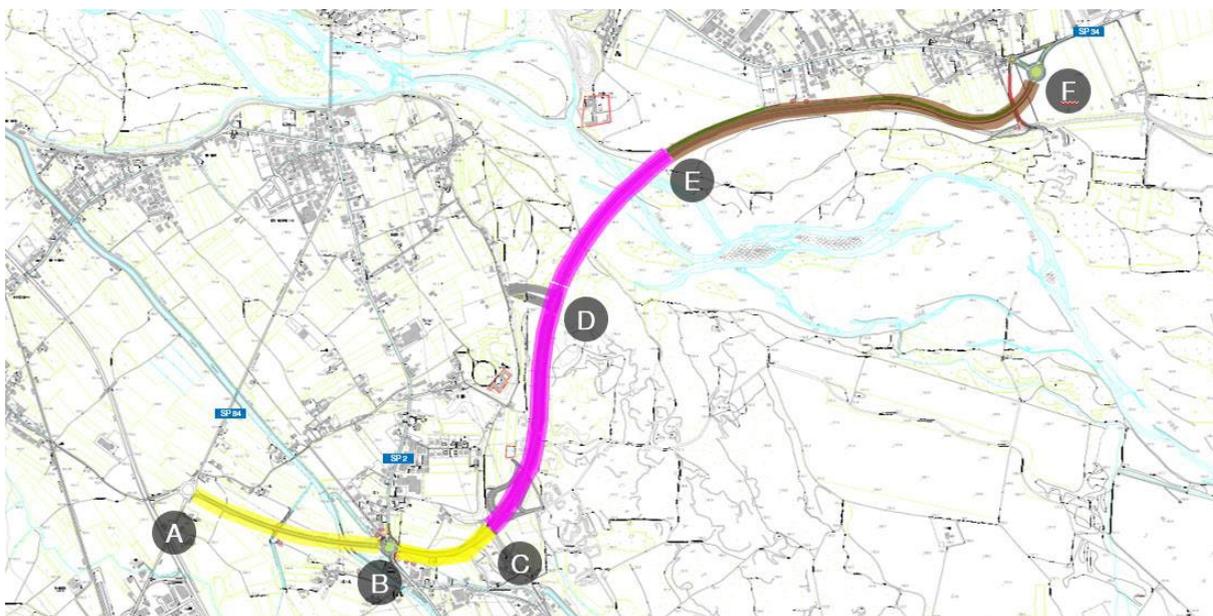
Il technical report UNI/TR 11338 pubblicato da UNI nel 2020 è un documento redatto a supporto del Produttore per la predisposizione della dichiarazione di prestazione e l'effettuazione dei controlli in produzione.

## 2.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La nuova configurazione dell'opera risulta la seguente



Dove in particolare risultano le seguenti opere d'arte principali



Tratto A-B-C	rilevato stradale	L circa 1200 m
Tratto C-D-E	viadotto	L circa 1800 m
Tratto E-F	rilevato stradale	L circa 1900 m

Per una lunghezza complessiva di circa 4900 m.

### 3. REQUISITI GENERALI DELLE BARRIERE ACUSTICHE

Alle barriere acustiche si richiedono sia proprietà direttamente connesse alla loro funzione (caratteristiche acustiche) sia proprietà meccaniche e strutturali, di sicurezza, di durabilità, di compatibilità ambientale, ecc.. Verranno qui di seguito analizzati i requisiti generali richiesti dalle norme attuali.

#### 3.1. *Requisiti acustici*

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

- **Caratteristiche estrinseche:** 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:** 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 sui ricettori: 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'insertion loss (efficienza acustica) viene utilizzato 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'assorbimento acustico viene 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,  $R_s$ ;
- in ambiente esterno in un campo sonoro direttivo, secondo la CEN/TS 1793-5; viene misurato il reflection index,  $RI$

Le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dall'indice di valutazione, ottenuto 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'isolamento acustico per via aerea viene determinato:

- in laboratorio in un campo sonoro diffuso, secondo la UNI EN 1793-2: viene 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,  $SI$

Anche in questo caso le prestazioni misurate in funzione della frequenza sono sintetizzate dall'indice di valutazione, ottenuto impiegando gli spettri di rumore da traffico stradale secondo la UNI EN 1793.

Il requisito della diffrazione al bordo superiore riguarda i dispositivi aggiunti per migliorare l'efficacia acustica agendo sull'energia diffratta; le caratteristiche intrinseche di prestazione acustica sono determinate in un campo sonoro direttivo in ambiente esterno, secondo la CEN/TS 1793-4: viene misurata la diffraction index difference,  $\Delta DI$ .

### **Indice di fonoisolamento DLR**

Poiché l'indicazione progettuale generale prevede che l'indice di isolamento debba essere superiore di almeno 10 db rispetto al maggior valore di insertion – loss previsto dal progetto acustico i sistemi antirumore devono rientrare nella categoria B3 (valori di DLR superiori a 24), in quanto gli IL previsti nei progetti acustici variano da 11 a 19 dBA.

### **Indice di fonoassorbimento $DL\alpha$**

In base alle assunzioni contenute nei progetti acustici le barriere devono rientrare nella categoria A3 ( $DL\alpha$  da 8 a 11) oppure A4 ( $DL\alpha > 11$ ).

Per quanto riguarda l'impiego di materiali trasparenti (il cui indice  $DL\alpha$  rientra nella categoria A0 – “Non determinato”), le soluzioni tipologiche individuate nelle linee guida per la progettazione esecutiva hanno già escluso le situazioni di incompatibilità tra questi materiali e le esigenze di mitigazione acustica).

## **3.2. REQUISITI NON ACUSTICI**

Le barriere acustiche sono esposte ad una serie di forze dovute al vento, alla pressione dinamica dell'aria causata dal passaggio del traffico, ed al peso proprio dei loro componenti.

Possono inoltre essere soggette ad urti causati da pietre, oggetti od altri frammenti, e in determinate zone dalla forza dinamica della neve rimossa dai mezzi per la pulizia delle strade.

La progettazione dei singoli elementi deve essere eseguita nel rispetto delle norme UNI EN 1794-1 e UNI EN 1794-2. Relativamente alla resistenza ai carichi, fanno riferimento le norme UNI ENV 1991-1997.

Riassumendo i requisiti richiesti dalla normativa sono:

- resistenza al carico del vento e al carico statico

- peso proprio
- impatto causato da pietre
- sicurezza in collisione
- resistenza all'incendio della macchia
- protezione ambientale
- vie di fuga in casi di emergenza
- riflessione della luce
- trasparenza
- protezione elettrica
- protezione contro gli atti vandalici

Relativamente ai carichi aerodinamici, l'appendice A della norma EN 1794 parte 1 specifica:

- i carichi indotti dal vento secondo i criteri fissati dagli Eurocodici;
- i carichi indotti dalla sovrappressione dinamica dovuta al passaggio dei veicoli
- il valore massimo ammissibile di freccia statica e dinamica, in funzione dei requisiti strutturali ed acustici
- i criteri nel calcolo delle fondazioni che devono tener conto delle condizioni più critiche.

Il peso proprio è affrontato nell'appendice B della 1794-1, che definisce le modalità per determinare il peso dei prodotti antirumore, asciutti e dopo impregnazione d'acqua, specifica i requisiti di resistenza degli elementi strutturali e di quelli acustici, fissa i valori massimi ammissibili per la freccia statica, in funzione dei requisiti strutturali ed acustici.

Le barriere devono essere in grado di resistere all'impatto causato da pietre, subendo solo danneggiamenti superficiali; la conformità deve essere dimostrata da una prova sperimentale di laboratorio (1794-1 appendice C).

Relativamente alla sicurezza nelle collisioni per gli occupanti il veicolo impattante, occorre ricordare che le barriere acustiche non sono barriere di sicurezza (ad

eccezione della barriera integrata, sistema combinato di sicurezza e antirumore) e l'impatto con un veicolo deve essere prevenuto prevedendo la barriera di sicurezza o prevedendo un'adeguata distanza dalla strada (UNI EN 1794-1, appendice D).

Quindi le barriere acustiche devono essere poste in opera a distanza sufficiente dalle barriere di sicurezza in modo da garantirne il funzionamento senza interferenze a seguito delle deformazioni dovute agli urti più probabili su tali elementi.

Il parametro di riferimento è la larghezza operativa  $W$  secondo la definizione contenuta nelle prescrizioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998 e nella UNI EN 1317-2 (paragrafo 3.4.). Questo parametro viene rilevato e certificato da laboratori di crash autorizzati, mediante prova sia con mezzo leggero che con mezzo pesante.

I criteri progettuali per determinare la posizione reciproca dei due elementi sono riportati nelle tavole tipologiche alle quali si rimanda per maggiori approfondimenti.

Comunque in presenza di viadotti, ponti, in prossimità di abitazioni o comunque di siti frequentati, la barriera acustica avrà caratteristiche da evitare la caduta di pannelli, componenti o frammenti in caso d'urto, rif. UNI EN 1794-1. Quindi in relazione al PMMA, è previsto l'utilizzo di lastre rinforzate con fili di poliammide integrati, con funzione di collegamento dei frammenti in caso di rottura, e relativi cavetti di ancoraggio, od altri accorgimenti quali reti di protezione a tergo dei ponti, ecc..

Le indicazioni sopra esposte, per le varie configurazioni in funzione della tipologia del corpo autostradale, non si applicano alle tipologie di sistemi combinati di sicurezza e antirumore in conformità alla UNI EN 1317-1 e UNI EN 1317-2.

Le barriere in relazione ai sistemi anticaduta e pericolo di caduta dei frammenti sono definite secondo la classe di appartenenza riportata nella UNI EN 1794-2, è sarà cura del progettista individuarne la classifica secondo i seguenti criteri generali:

- La classe C0 (prodotto non testato) e le classi C1 e C4 (formazione di frammenti "non conformi" con energie di impatto rispettivamente di 0.5 e 6.0 kJ) possono essere applicate esclusivamente in casi in cui si ha la certezza che la caduta di frammenti, a seguito di impatti con le energie previste dalla norma è "impossibile" o sicuramente non pericolosa per i ricettori o gli utenti dell'autostrada;

- le classi C2 e C5 possono essere adottate quando è considerata accettabile la proiezione di frammenti “non pericolosi” (ad esempio quando non ci sono infrastrutture di trasporto sottostanti le barriere, i ricettori non si trovano nelle immediate vicinanze della barriera, la forma e tipologia di barriera è tale per cui i frammenti possono essere proiettati solo verso l'esterno dell'autostrada, ecc.);
- la classi C3 e C6 devono essere adottate nei casi in cui è importante garantire che non ci sia caduta di frammenti (ad esempio con ricettori molto vicini o con infrastrutture di trasporto immediatamente sottostanti le barriere).

Quindi in relazione agli elementi in PMMA si dovrà prevedere l'utilizzo di lastre rinforzate con fili di poliammide integrati, con funzione di collegamento dei frammenti in caso di rottura, e relativi cavetti di ancoraggio, od altri accorgimenti quali reti di protezione a tergo del ponte, ecc.. in presenza di viadotti e ponti sovrappassanti strade o ferrovie, e in prossimità di abitazioni o comunque di siti frequentati.

Relativamente al carico dinamico causato dalla rimozione della neve, in aree dove spazzare la neve è una comune operazione di manutenzione invernale, le barriere devono resistere al carico dinamico di neve e ghiaccio sollevati dagli spazzaneve. Volume, altezza ed entità del carico dipendono dalla velocità e dal tipo dei mezzi antineve e dalla distanza dei sistemi antirumore dal margine della strada. Metodi di valutazione, prove di carico e resoconti di prova sono specificati nell'appendice E della norma UNI EN 1794-1.

Relativamente alla resistenza all'incendio della macchia le barriere possono essere esposte a fiamme provenienti dalla vegetazione o da altro materiale in stretta vicinanza. In conseguenza ad incidenti, possono levarsi fiamme di grande intensità.

La conformità ai requisiti di resistenza all'incendio deve essere dimostrata da una prova sperimentale, conforme alla UNI EN 1794-2, appendice A.

Poiché tale prova non sottopone alle medesime condizioni tutti i materiali di cui può essere composto un sistema antirumore e poiché comunque tale prova non contempla aspetti quali la classe di reazione al fuoco dei singoli materiali componenti, la tossicità dei fumi sprigionati in presenza di combustione, ecc., essa, pur obbligatoria, non dà garanzie riguardo ai requisiti di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio; pertanto questi devono essere assicurati mediante ulteriori specifiche decise in accordo con le competenti Autorità.

Per mantenere dei requisiti minimi di sicurezza in presenza di un elevato carico d'incendio, la norma raccomanda di applicare i seguenti criteri:

- mantenere una distanza minima di 8 metri tra barriere contenenti materiali non combustibili ed i più vicini siti con presenza di persone e/o materiali infiammabili; per distanze inferiori i sistemi antirumore devono essere totalmente costruiti con materiali non combustibili;
- i materiali non combustibili non devono sviluppare in caso d'incendio fumi densi e/o tossici né produrre gocce o fili incandescenti che possano essere trasportati dal vento.

Per i requisiti di protezione ambientale occorre riferirsi all'appendice C della UNI EN 1794-2. Il produttore del sistema antirumore deve dichiarare:

- quali sono i singoli che costituiscono il sistema antirumore, usando i termini chimici piuttosto che quelli commerciali;
- quali sono le sostanze che risultano dalla decomposizione a seguito di esposizione naturale durante il ciclo vitale della barriera,
- quali sono le sostanze che risultano dalla esposizione al fuoco della barriera;
- ogni componente fisica o chimica che potrebbe causare il rilascio nell'ambiente di componenti potenzialmente tossici, deve essere dichiarata
- se alcuni materiali sono interamente o in parte riciclati, la percentuale di tali componenti deve essere indicata
- quali dei materiali costituenti possono venire riciclati ed in quale misura.

L'appendice E della 1794-2 non prescrive un valore limite per la riflessione della luce; tuttavia è bene disporre di valori di riflessività misurati in conformità al metodo di prova prescritto; ovunque necessario occorre adottare particolari accorgimenti (utilizzando eventualmente particolari tipi di vernici) per evitare fenomeni di riflessione ottica diurna e notturna, causando abbagliamenti e compromettendo la sicurezza. Viene richiamata la norma ISO 2813 per la verniciatura e la misura della brillantezza con angoli di incidenza a 20°, 60° e 85°.

Per le barriere si considerano poi due aspetti della trasparenza:

- trasparenza statica per le persone che vivono oltre la barriera

- trasparenza dinamica per gli utenti dell'infrastruttura stradale.

La trasparenza statica è importante per ragioni estetiche; quella dinamica viene valutata al fine di migliorare la visibilità e l'orientamento degli utenti della strada (ad esempio in corrispondenza di incroci e corsie di accesso), contribuendo alla sicurezza.

Pertanto devono essere forniti valori di trasparenza statica e dinamica calcolati in conformità al metodo di prova prescritto nell'appendice F.

### **3.3. REQUISITI DI DURABILITÀ**

Requisiti di durabilità: la barriera deve poter mantenere le prestazioni dichiarate (dunque i requisiti funzionali sia strutturali che acustici) per l'intera durata della vita utile.

Per la durabilità delle caratteristiche acustiche si fa riferimento alla EN 14389-1. Secondo questa norma è onere del produttore di sistemi antirumore dichiarare la durabilità delle caratteristiche acustiche di ogni tipologia di elemento acustico prodotto.

La durabilità delle caratteristiche acustiche deve essere espressa dalla degradazione delle prestazioni (indice di valutazione di reflection index e sound insulation index), in decibel, in funzione degli anni di installazione della barriera. Essa può essere stabilita in due modi: con soluzioni descrittive basate sull'esperienza pregressa o con prove prestazionali secondo la CEN/TS 1793-5.

Relativamente alla durabilità delle caratteristiche non acustiche, la EN 14389-2 specifica che la durata della vita di servizio che deve essere garantita è di 15 anni per gli elementi acustici e 30 per gli elementi strutturali.

### **3.4. REQUISITI DI MANUTENZIONE**

I requisiti di manutenzione (cfr. EN 14389-1 e EN14389-2) prevedono che la barriera sia tale da garantire che durante i primi 15 anni dopo il collaudo non si debbano eseguire lavori di manutenzione, esclusi gli interventi di pulizia ordinaria, rimozione dei graffi e lavori dovuti a cause accidentali.

### **3.5. REQUISITI RELATIVI AI MATERIALI**

La scelta dei materiali costituenti le barriere acustiche è stata orientata verso materiali in grado di offrire le migliori prestazioni in relazione alle caratteristiche acustiche, alle caratteristiche strutturali, di sicurezza, di durabilità e manutenzione.

Il materiale fonoassorbente per elementi acustici può essere costituito da differenti complessi porosi (aggregati fibrosi minerali o plastici, argilla espansa, schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di dissipazione dell'energia sonora per attrito e/o risonanza:

- fibre di legno mineralizzato in due tipologie: legno e magnesite oppure legno e silicio
- fibre di poliestere termolegate
- fibre artificiali refrattarie, vetrose o di roccia
- argilla espansa in granuli
- gomma riciclata termolegata composta da fibre e granuli di gomma

I pannelli in metallo sono costituiti da uno o più gusci in lamiera metallica con eventuali nervature di irrigidimento, in genere preassemblati fino a costituire un pannello scatolato e contenente materiale fonoassorbente.

Il guscio metallico può essere realizzato in lega di alluminio o in acciaio; deve essere protetto esternamente ed internamente contro la corrosione, mediante verniciatura. Il pannello deve essere costruito in modo da evitare l'accumulo dell'acqua piovana.

Relativamente alla verniciatura, si può ricorrere all'effetto 'bucciato' per mascherare eventuali piccoli danni e occorre utilizzare un valore di brillantezza capace di evitare i riflessi della luce solare.

Le lastre trasparenti in polimetilmetacrilato (PMMA) possono essere di tipo colato o estruso; devono essere conformi rispettivamente alle norme ISO 7823-1 e ISO 7823-2.

Le lastre di tipo colato hanno un migliore comportamento in caso di incendio, in quanto il materiale bruciando si consuma, senza produrre gocciolamento.

In presenza di viadotti, ponti o comunque in prossimità di aree urbanizzate e siti frequentati dovranno essere utilizzate lastre in PMMA rinforzate all'interno con

filamenti in poliammide con funzioni di collegamento dei frammenti in caso di rottura e relativi cavetti di ancoraggio. E' in genere consigliato l'utilizzo di lastre in PMMA colorate o con abrasioni orizzontali per evitare l'urto accidentale dei volatili.

Per limitare le conseguenze di atti vandalici, nei punti di maggiore accessibilità si raccomanda l'impiego di lastre con trattamento antigraffiti.

Lo spessore minimo delle lastre deve essere determinato in funzione del carico di vento, del tipo di fissaggio e delle dimensioni dei pannelli; lo spessore minimo consigliato è di 20mm.

In presenza di un elevato carico d'incendio, in prossimità di siti con presenza di persone e/o materiali infiammabili, occorre valutare attentamente il comportamento del materiale in relazione ai requisiti minimi di sicurezza.

Il pregio maggiore di queste lastre è la trasparenza, apprezzabile sia dal punto di vista paesaggistico che dal punto di vista della sicurezza; in fase di lavorazione delle lastre è possibile aggiungere additivi per la colorazione delle lastre trasparenti, fornendo quindi alla barriera particolari effetti cromatici.

Un limite nell'applicazione di questo materiale può essere costituito dalla mancanza di proprietà fonoassorbenti e, di conseguenza, l'elevata componente di rumore riflessa può comportare problemi in ambiente acusticamente complessi.

Relativamente alla durabilità delle lastre in PMMA, i parametri da considerare si riferiscono al mantenimento nel tempo delle caratteristiche di trasparenza e di purezza superficiale, sia come ingiallimento conseguente alle radiazioni ultraviolette, sia come possibilità di graffiature conseguenti a ghiaia o sassi scagliati dai veicoli in transito. Qualsiasi produttore può allegare alle diverse forniture le schede tecniche relative ai parametri di durabilità: occorre però verificare l'omogeneità dei diversi parametri e delle diverse modalità di prova proposte.

Quanto ai requisiti di manutenzione, generalmente il PMMA non richiede nessuna manutenzione; la finitura superficiale delle lastre deve essere tale da garantire l'autopulizia per dilavamento con l'acqua piovana. Per i periodi di lunga siccità, per pulire le lastre può essere sufficiente un getto d'acqua a pressione.

In considerazione della potenziale criticità connessa alla fragilità di tale materiale, è opportuno che i sistemi antirumore che prevedono l'impiego di PMMA siano testati secondo le modalità previste nella norma UNI-EN 1794 parte 2 ("falling debris").

I pannelli in calcestruzzo possono essere costituiti da:

- un unico strato portante in c.a. nel caso sia sufficiente la prestazione fonoisolante e non si incorra in problemi dovuti alla fonoriflessione;
- da uno strato portante in c.a. di spessore dell'ordine di 10 cm abbinato ad uno strato in materiale alleggerito o poroso (argilla espansa, pomice, impasto di cemento e legno, ecc.) rivolto verso la sorgente di rumore. Nel caso di barriere con particolari requisiti estetici,

Sono possibili infine anche soluzioni con pannelli in cls alleggerito con argilla espansa, realizzati assemblando piastre modulari con leganti ed additivi che consentono la realizzazione di manufatti con buone proprietà fonoassorbenti, incrementabili con lo studio della forma o di cavità risonanti. Per questi pannelli esiste una vasta gamma di colorazioni, mediante additivi in fase di lavorazione dell'impasto.

La durabilità dei prodotti è garantita da una corretta esecuzione dell'attacco tra strato portante e strato alleggerito e, nel caso dell'argilla espansa, da una scelta corretta della granulometria e dal legante impiegato al fine di evitare disgregazione e rotture per effetto del gelo-disgelo. Gli svantaggi sono determinati dal peso delle piastre.

Gli elementi strutturali in metallo, usati comunemente per il sostegno dei pannelli o delle lastre antirumore, devono essere realizzati in acciaio zincato e verniciato, con caratteristiche meccaniche secondo le norme UNI EN 10025. Dopo la zincatura a caldo per immersione secondo la EN ISO 1461, previo ciclo di sabbiatura o trattamento di decapaggio chimico, è previsto un trattamento di verniciatura a polveri termoindurenti.

Analogamente sono zincati a caldo i collegamenti mediante bulloni, dadi e tirafondi, le piastre e le contro-piastre.

Zincatura e verniciatura sono di rilevante importanza per combattere il fenomeno della corrosione, problema particolarmente delicato in ambito stradale: i cicli gelo-disgelo, l'umidità, i sali disgelanti sparsi sulle pavimentazioni intaccano il metallo e trovano "alimento" nell'ambiente acido determinato dai gas di scarico (ossidi ed anidride carbonica).

#### **4. DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA TIPO**

Per il dimensionamento della barriera fonoassorbente tipo si considerano i seguenti parametri di calcolo:

- Peso proprio barriera	1.00 kN/mq
- Azione del vento	2.50kN/mq
- Altezza barriera	3.00 m
- Passo fra i montanti	2.00 m

Lo schema statico di calcolo assunto è quello di trave incastrata alla base e libera in testa. Risultano quindi al piede le seguenti sollecitazioni massime allo SLU

$$M_d, \text{slu} = 33.75 \text{ kNm}$$

$$T_d, \text{slu} = 22.50 \text{ kN}$$

Come montante si utilizza un profilo tipo HEB140 in acciaio S235, per il quale risulta

$$M_{rd} = 48.25 \text{ kNm}$$

$$T_{rd} = 126.63 \text{ kN}$$

Il profilo proposto risulta quindi verificato. Si rimanda per la successiva fase progettuale alla documentazione tecnica fornita dal produttore per ulteriori dettagli.

## 5. CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI ESECUTIVE

Vengono qui di seguito riportati i criteri basilari adottati per l'individuazione delle tipologie ottimali di barriere antirumore e dei materiali costituenti.

Schematicamente, i fattori che hanno influito sulla scelta sono riconducibili a tre macro funzioni, e precisamente:

- Funzionalità acustiche
- Funzionalità inerenti la sicurezza
- Funzionalità paesaggistiche e di adattamento al corpo/sezione stradale

### 5.1. SOLUZIONI INDIVIDUATE

L'esito delle ricerche condotte in fase di progettazione definitiva ha condotto all'individuazione delle seguenti tipologie utilizzabili per il progetto esecutivo:

Barriera antirumore tipo:

- struttura in acciaio con montanti HE;
- pannelli metallici fonoassorbenti

Tutte le tipologie prevedono un passo standard dei montanti verticali.

Per ogni tipologia di barriera, e per ogni altezza possibile prevista, è stata individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con caratteristiche dimensionali compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale (quando il fattore estetico / paesaggistico si rivela predominante, quando si è in prossimità di abitazioni) ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto.

In presenza di ponti e viadotti, devono essere utilizzate lastre rinforzate con fili di poliammide integrati e cordini di ancoraggio, con funzione di collegamento dei frammenti in caso di rottura.

Entrando nel dettaglio, l'impiego di pannelli trasparenti (PMMA) in linea generale si prevede in percentuale pari al 25% della superficie totale della barriera, contro il restante 75% in materiale fonoassorbente.

## **5.2. CRITERI PROGETTUALI PER LA RISOLUZIONE DEI PUNTI SINGOLARI**

Relativamente alla risoluzione progettuale per il posizionamento delle barriere in presenza di livelletta non orizzontale, sono state individuate diverse possibilità di installazione.

- Per pendenze contenute (sino al 4%), il posizionamento della barriera è realizzato perpendicolarmente alla livelletta (montanti con relative piastre di ancoraggio 'normali' alla testa della fondazione che viene realizzata parallela al ciglio stradale, con i pannelli che corrono paralleli).
- Per pendenze maggiori, la soluzione individuata prevede la scalettatura delle fondazioni (e quindi delle barriere) la cui livelletta è comunque sempre orizzontale; la logica con cui determinare i salti di quota deve rispondere a criteri di ordine formale e razionalità costruttiva: sono preferibili salti di quota corrispondenti ad un metro o multipli del metro, (i pannelli fonoassorbenti hanno un'altezza standard di 50 cm), comunque mai superiori ai 2.00m. Sono

in ogni caso da evitare salti di quota minimi e casuali, preferendo scarti più decisi e netti con un disegno pulito e razionale.

Planimetria barriere acustiche

