

La più rilevante fonte di rumore in Svizzera è rappresentata dal traffico stradale. Una persona su sette di giorno, e una su otto di notte, sono esposte in misura nociva o molesta presso il proprio domicilio al rumore generato dal traffico stradale (1.1 risp. 1.0 milioni di persone) [1]. La legge sulla protezione dell'ambiente prescrive che il rumore debba essere limitato in via prioritaria tramite misure applicate alla fonte. In passato i provvedimenti di lotta contro il rumore stradale si sono focalizzati sulla costruzione di barriere antirumore, cioè su misure prese sulla via di propagazione, nonché sull'installazione di finestre insonorizzanti. Con il proprio piano nazionale delle misure per la riduzione dell'inquinamento fonico, il Consiglio federale intende combattere in misura maggiore il rumore già alla fonte. Riguardo al rumore stradale occorre tra l'altro promuovere l'impiego e l'ulteriore sviluppo di pavimentazioni stradali a basse emissioni foniche [2].

## Rumori di rotolamento dominanti

Con un'autovettura già ad una velocità costante di ca. 20 km/h sono dominanti i rumori di rotolamento [3]. Anche se i motori negli ultimi anni sono diventati tendenzialmente più silenziosi, per effetto di auto più pesanti e pneumatici più larghi, che aumentano i rumori di rotolamento, questo miglioramento viene però annullato [4][5]. I rumori di rotolamento sono causati principalmente dagli effetti di spostamento d'aria e d'aspirazione prodotti dallo pneumatico a contatto con la carreggiata. Vi si aggiungono le vibrazioni degli pneumatici e le riflessioni tra questi e la strada (effetto corno). Le proprietà degli pneumatici e della strada contribuiscono in egual misura alla generazione di rumore [6].

## Cosa si intende per pavimentazioni fonoassorbenti?

La proprietà acustica di una pavimentazione stradale dipende principalmente dalla tessitura e dalla porosità della superficie della carreggiata: quanto più fine è la struttura del manto e quanto maggiore è il numero delle cavità intercomunicanti e connesse alla superficie, tanto più silenziosa è la pavimentazione [7]. Una pavimentazione stradale è considerata secondo la norma svizzera VSS 40 425 «Lärmindernde Decken» come

fonoassorbente, se per tutta la durata della sua vita utile il rumore prodotto è di almeno 1 dB inferiore rispetto a una pavimentazione convenzionale secondo il modello del rumore stradale StL86+. Inoltre, la riduzione del rumore all'inizio dell'utilizzo deve essere di almeno 3 dB (fig. 1), ciò che corrisponde acusticamente a un dimezzamento del traffico. La norma distingue diversi tipi di asfalto con cui è possibile ottenere l'effetto di riduzione del rumore.

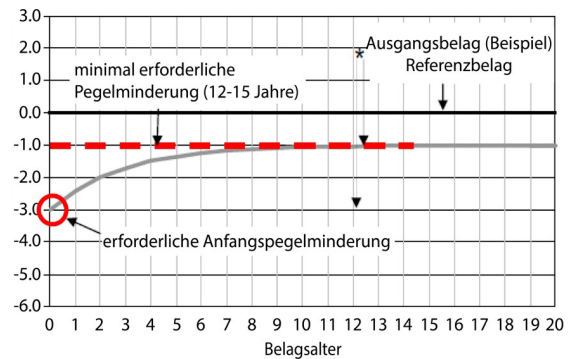
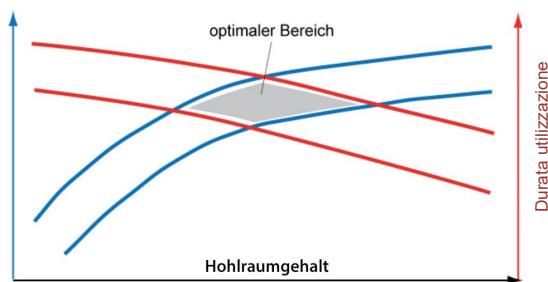


Fig.1: Definizione di una pavimentazione fonoassorbente duratura secondo la norma VSS 40 425 (fonte: UFAM/USTRA)

## Obiettivo: pavimentazioni fonoassorbenti con la massima durata di vita possibile

Le pavimentazioni stradali fonoassorbenti reagiscono in modo più sensibile alle sollecitazioni meccaniche rispetto alle pavimentazioni convenzionali a causa della granulometria fine della superficie e dell'elevato tenore di cavità [8]. Per ottenere una pavimentazione fonoassorbente il più possibile durevole occorre ricercare un compromesso tra elevata stabilità e grande effetto acustico (fig. 2). Al contempo però la pavimentazione deve sempre permettere anche una sufficiente aderenza [9]. In Svizzera si sono affermate due diverse procedure. La variante orientata alla prestazione acustica viene adottata soprattutto nella Svizzera occidentale. Vengono offerti sul mercato prodotti di aziende specializzate con effetto acustico iniziale garantito ed effetto residuo dopo 5 anni. L'Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS) ha dal canto suo definito nella norma SNR 640 436 «Semidichtes Mischgut und Deckschichten» tra l'altro le esigenze per la miscela e le condizioni di posa, e perciò i presupposti per pavimentazioni stradali con una durata di vita la più lunga possibile.



**Fig. 2:** Relazione tra tenore di cavità e prestazione acustica e rispettivamente la vita utile di una pavimentazione in asfalto (fonte: UFAM/USTRA)

### Asfalti a pori aperti (PA)

Gli asfalti a pori aperti (PA) sono stati posati in Svizzera soprattutto negli anni '90 sulle autostrade. Oggi le pavimentazioni PA vengono utilizzate con minore frequenza [10]. Ad alte velocità di circolazione, i pori aperti di questi rivestimenti vengono in parte automaticamente ripuliti dalle correnti d'aria che vi si generano. A basse velocità (sotto i 90 km/h), le cavità invece si intaserebbero e l'effetto di riduzione del rumore diminuirebbe [11].

### Asfalti semidensi (SDA)

Per l'interno delle località sono state sviluppate pavimentazioni semi-dense. Queste vengono posate con una granulometria massima di 4 o 8 millimetri (SDA 4 / SDA 8), più raramente anche di 6 millimetri (non normativa), e con quote rispettivamente diverse di cavità.

### Perdita dell'effetto acustico

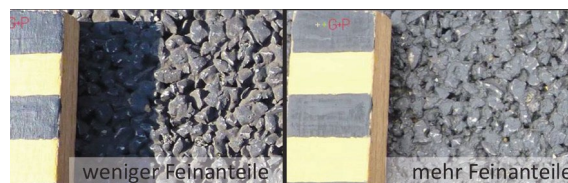
A nuovo, le pavimentazioni più efficaci raggiungono una riduzione del rumore di oltre 7 dB (valore con traffico misto) rispetto all'asfalto convenzionale. L'effetto di riduzione del rumore diminuisce tuttavia nel corso degli anni. Inoltre, la durata di vita di queste pavimentazioni è minore rispetto a quelle convenzionali [12]. Al fine di monitorare l'acustica come anche la durabilità strutturale delle pavimentazioni fonoassorbenti all'interno delle località (traffico pesante, altitudine...), l'UFAM ha incaricato diverse campagne di misurazione [13][14]. Secondo l'elenco delle buone pratiche, vi sono molte pavimentazioni che registrano nel corso del primo anno leggere riduzioni. Anche dopo 5 anni, alcune pavimentazioni mostrano una perdita di efficacia di

appena 1.5 dB (valore per veicoli leggeri), restando stabili nel valore per il traffico misto (8%) [15]. I parametri delle pavimentazioni vengono su questa base regolarmente aggiornati [16].

### Contenuto di filler e di sabbia determinante

Per ottenere un effetto acustico ottimale, i vuoti presenti nel rivestimento devono essere accessibili dalla superficie. Nel caso dei rivestimenti semi densi, l'accessibilità e il grado di connessione di queste cavità superficiali dipendono in misura essenziale dal contenuto di filler e di sabbia nella miscela. Con un contenuto eccessivo di filler e di sabbia, l'accessibilità e il grado di connessione dei vuoti vengono limitati e la prestazione acustica della pavimentazione si riduce [17] (fig. 3).

Questa cognizione è stata recepita nella norma VSS 40 436 (concretizzazione della norma SNR 640 436). Nel frattempo si sono aggiunte ulteriori conoscenze che raccomandano per il miglioramento della prestazione acustica, ovvero della percentuale di successo, una ancora più marcata delimitazione della curva granulometrica.



**Fig. 3:** Due rivestimenti semi densi con uguale granulometria massima e stesso contenuto di vuoti (SDA 4-12), ma diversa quantità di parti fini (fonte: G+P)

### Fattori esterni influenzano l'effetto

Sebbene le miscele per le pavimentazioni siano standardizzate, i fattori esterni che possono condizionare il comportamento d'invecchiamento acustico di un manto stradale sono numerosi. Fin dalla posa (fig. 4), le condizioni meteorologiche, le macchine utilizzate o anche l'esperienza dei costruttori stradali hanno un ruolo. In seguito, una pavimentazione si modifica a seconda del carico di traffico, del clima e dell'ambiente circostante (p.e. elevato deposito di sporcizia nei pressi di cantieri o nelle zone agricole) [9]. Nelle curve strette, davanti ai semafori (arresto e ripartenza), in salita e in altitudine sussistono inoltre elevate sollecitazioni meccaniche [8].



Fig. 4: Posa di una pavimentazione fonoassorbente (fonte: TBA ZH)

### Elementi stradali privi di rivestimento

Soprattutto all'interno delle aree urbane non dev'essere sottovalutato l'effetto sul rumore prodotto da elementi della carreggiata privi di rivestimento, come chiusini, superfici in calcestruzzo (fermate degli autobus e rotonde in calcestruzzo), demarcazioni strutturate per carreggiate dei nuclei nonché strisce pedonali e attraversamenti di carreggiate. Proprio perché il livello di rumore si riduce in seguito alla posa di una pavimentazione fonoassorbente, il rumore impulsivo e gli spostamenti di frequenza prodotti dal passaggio sopra questi elementi possono risultare più molesti che in precedenza. Possibili soluzioni a questo problema sono tra l'altro la posa il più possibile a livello dei chiusini e degli elementi in calcestruzzo, giunti pienamente colmati, tessiture longitudinali omogenee per le carreggiate in calcestruzzo, demarcazioni cromatiche invece che strutturate, nonché evitare bruschi attraversamenti di carreggiata tra settori stradali con pavimentazione convenzionale e con pavimentazione a basso impatto acustico [18].

### Monitoraggio a lungo termine

Il monitoraggio di lungo periodo delle tratte di prova del progetto «Lärmarme Beläge innerorts» della Confederazione ha prodotto i seguenti risultati [9]:

- Rispetto alle pavimentazioni convenzionali, le pavimentazioni SDA permettono di conseguire sia a nuovo che dopo diversi anni riduzioni significative del rumore.
- Con i rivestimenti SDA 4 a fine durata di vita si raggiungono riduzioni maggiori di rumore per ca. 2 dB rispetto ai rivestimenti SDA 8 della stessa classe di vuoti, con i valori iniziali che divergono in misura ancora maggiore.
- La differenza di efficacia tra le classi di vuoti è di ca. 1.5 dB sia per pavimentazioni SDA 4 che per SDA 8.

Nel caso delle pavimentazioni SDA 4 questa differenza è ancora riscontrabile dopo diversi anni.

- Per tutte le pavimentazioni l'effetto di riduzione del rumore diminuisce con l'età. La riduzione di efficacia causata dall'occlusione delle cavità avviene gradualmente, mentre quella conseguente al deterioramento della struttura superficiale in modo più brusco. Un forte insudiciamento provocato da traffico di cantiere oppure agricolo può anch'esso comportare un'occlusione repentina dei vuoti.
- L'effetto dei vuoti di riduzione del rumore nelle pavimentazioni SDA permane anche con la loro crescente occlusione, fintanto che resta un numero sufficiente di cavità accessibili dalla superficie. Queste connessioni tra vuoti devono presentare sezioni trasversali di almeno 1 mm<sup>2</sup> affinché il volume di pori retrostante mantenga la sua efficacia acustica.
- Per poter ottenere una pavimentazione a basso impatto acustico il più possibile durevole occorre cercare un compromesso tra la maggior durabilità possibile sotto il profilo della tecnica costruttiva riducendo al minimo il tenore di cavità, e il contemporaneo mantenimento dei vuoti comunicanti e della tessitura superficiale per conservare l'effetto acustico.
- Nella progettazione di pavimentazioni SDA è necessario uno strato di collegamento livellato e resistente alle deformazioni.

Dove sono necessarie rilevanti riduzioni del rumore vengono impiegate le pavimentazioni SDA 4, migliori sotto il profilo acustico. Dove invece le sollecitazioni meccaniche sono maggiori è più indicato utilizzare le pavimentazioni SDA 8, più robuste sebbene meno efficaci acusticamente. Occorre ancora eseguire delle ricerche per chiarire la questione se le pavimentazioni di 6 millimetri possano rappresentare un valido compromesso tra efficacia acustica e resistenza meccanica [9]. Inoltre, in alcuni cantoni vengono posate anche altre pavimentazioni, in parte non normate, con una buona efficacia sul rumore (p.e. DASK 4).

### Grande potenziale

Le pavimentazioni stradali fonoassorbenti rappresentano una misura efficace per ridurre il carico fonico del traffico stradale alla fonte. A nuovo, la riduzione del rumore prodotta da pavimentazioni SDA 8 può corrispondere a un dimezzamento del volume di traffico, e con le

pavimentazioni SDA 4 addirittura a una riduzione di oltre i tre quarti [9]. Occorre tuttavia ottimizzare la durabilità tanto acustica che di tecnica costruttiva delle pavimentazioni fonoassorbenti. Se i manti stradali convenzionali presentano una durata di vita utile media di 20 anni, lo strato d'usura di una pavimentazione SDA 4 dev'essere rinnovato dopo circa 10-15 anni. Ciò comporta in definitiva costi di manutenzione più elevati. In compenso però, con l'impiego di pavimentazioni fonoassorbenti vengono meno i costi per altre misure di riduzione del rumore, come le pareti antirumore oppure finestre fonoisolanti come misura sostitutiva.

Per mezzo delle usuali modalità di pulizia, l'efficacia acustica delle pavimentazioni finora si lascia difficilmente ripristinare [8]. Una pulizia preventiva con la spazzatrice stradale invece può contribuire a rallentare l'occlusione dei pori. Continua a sussistere esigenza di ricerca p.e. riguardo all'abrasione risp. macinatura degli strati d'usura.

Con il piano nazionale delle misure per la riduzione dell'inquinamento acustico è stata creata una buona base per ulteriori progetti di ricerca. In combinazione con altre misure di riduzione del rumore adottate alla fonte, come la riduzione della velocità di circolazione e gli pneumatici più silenziosi, esiste un grande potenziale per proteggere la popolazione dal rumore eccessivo del traffico stradale.

Combinando una pavimentazione fonoassorbente e una limitazione della velocità, all'effetto di riduzione del rumore prodotto dal manto stradale può essere sommato il valore determinato dalla riduzione della velocità. La diminuzione da 50 km/h a 30 km/h produce su una pavimentazione convenzionale in media una riduzione di 3 dB, su una pavimentazione a basso impatto acustico di 2 dB, date determinate condizioni (assenza di pendenze rilevanti, quota non eccessiva di veicoli pesanti e circolazione agricola, etc.). Oltre a questo vantaggio, vengono in più rotti i picchi di rumore.

## Conclusioni

- All'insorgere di rumori dominanti di rotolamento contribuiscono allo stesso modo le caratteristiche sia della carreggiata che degli pneumatici.
- L'effetto di una pavimentazione dipende dalla sua tessitura. Quanto più una pavimentazione è fine e porosa, tanto maggiore è il suo effetto di riduzione del rumore.
- Una pavimentazione fonoassorbente deve, per definizione, presentare inizialmente un effetto di almeno -3 dB e a lungo termine di almeno -1 dB.
- L'efficacia delle pavimentazioni fonoassorbenti è massima subito dopo la posa e regredisce progressivamente col tempo.
- Una pavimentazione fonoassorbente ha, in confronto ad una pavimentazione normale, una durata di vita utile (acustica) inferiore.
- Fattori esterni possono influire sull'andamento dell'invecchiamento di una pavimentazione fonoassorbente.

*Ulteriori informazioni sulle pavimentazioni stradali fonoassorbenti possono essere trovate sul sito [cerclebruit.ch](http://cerclebruit.ch) nella cartella tematica.*

## Fonti

- [1] Ufficio federale dell'ambiente UFAM, 2015: sonBASE – Banca dati sul rumore Svizzera
- [2] Bundesrat Schweizerische Eidgenossenschaft, 2017: Nationaler Massnahmeplan zur Verringerung der Lärmbelastung. Rapport del Consiglio federale in adempimento al postulato Barazzone 15.3840 del 14 settembre 2015
- [3] Heutschi K, Locher B, 2018: sonROAD18 - Berechnungsmodell für Strassenlärm, EMPA
- [4] Rieder S., Hauenstein J., Haefeli U. & Landis F., 2015: Wirkungsanalyse Lärmbekämpfung. Übersicht über die Entwicklung der Lärmbelastung und Vertiefung in den Bereichen Lärm von bestehenden Strassen und Alltagslärm. Luzern: Interface, Ernst Basler + Partner AG
- [5] Hammer E., Bühlmann E., 2018: Veränderung der Lärmemissionen von Fahrzeugen auf Schweizer Strassen, Grolimund + Partner AG
- [6] Beckenbauer T., 2008: Physik der Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Lärmaktionsplanung, 4. Informationstage. Allschwil: Müller-BBM Schweiz AG
- [7] Würmli S., Perret J. & Bolli J.-P., 2017: Positive Bilanz für das Forschungspaket «Lärmarme Beläge innerorts». STRASSE UND VERKEHR 9/2017, pagg. 6-13
- [8] Gattlen N., 2016: Schallschluckender Asphalt hat ein grosses Potenzial. umwelt 2/2016, pagg. 44-48
- [9] Bühlmann E., Bürgisser P., Ziegler T., Angst C. & Beckenbauer T., 2017: Forschungspaket Lärmarme Beläge innerorts. Teilprojekt (TP) 3: Langzeitmonitoring. Schlussbericht. Oberbuchsitzen, Bern, Allschwil: IMP Bautest AG, Grolimund + Partner AG, Müller-BBM Schweiz AG
- [10] Hammer E., Bühlmann E. & Ziegler T. 2016. Forschungspaket Lärmarme Beläge innerorts, EP 8: Akustische Wirkung betrieblicher Reinigungsmaßnahmen bei lärmarmen Belägen. Bern: Grolimund + Partner AG
- [11] Gloor H., 2014: Linderung für Lärmgeplagte. UMWELT AARGAU Nr. 65, pagg. 19-22
- [12] Stalder W., 2017: Aus- und Weiterbildungskurs «Lärm- und Schallschutz»
- [13] Bühlmann E., Hammer E., Saurer T., 2017: Aktualisierung Belagskennwerte 2016 im Innerortsbereich, Grolimund + Partner AG
- [14] Bühlmann E., Saurer T., Probst B., Gafner L., 2021: CPX-Messungen Strassenbeläge Messbericht 2021, Grolimund + Partner AG
- [15] Ufficio federale dell'ambiente UFAM, 2019: Liste der besten Leisen Beläge innerorts in der Schweiz. Stato 18.07.2019. <https://www.bafu.admin.ch/> (consultato il 26.08.2022)
- [16] Ufficio federale dell'ambiente UFAM, 2022: Leitfaden Strassenlärm - Vollzugshilfe für die Sanierung Anhang 1b > Belagskennwerte - Anwendungshilfe für die Belagsakustik
- [17] Bühlmann E., Hammer E., Bueche N. & Perret J., 2017: Ausführungsbestimmungen Akustik für semidichte Asphalte – Auswertung physischer Parameter. Bern, Ecublens: Grolimund + Partner AG, Nibux SÀRL
- [18] Egger S., Gloor H. & Bühlmann E., 2017: Kritische Faktoren für den erfolgreichen Einsatz lärmarmen Beläge im Innerortsbereich. Bern, Aarau: Grolimund + Partner AG, Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau