



SUSTAINABLE INNOVATIONS FOR LONGLIFE ENVIRONMENTAL NOISE TECHNOLOGIES

Musacchi: con gli asfalti fatti con gomma riciclata strade più durevoli, più sicure e silenziose

Intervista al Presidente di Etra, Ettore Musacchi



In cosa consiste il progetto Re-Plan City Life?

Re-Plan è un progetto Life, che mira a creare consapevolezza e ad aumentare la conoscenza da parte di Tecnici, Pubblica Amministrazione e Stakeholder in senso lato sull'utilizzo dei materiali derivanti dal riciclaggio di pneumatici.

Si tratta di materiali che trovano largo impiego in lavori pubblici nell'ambito di strade, infrastrutture ferroviarie, edilizia, impianti sportivi, arredo urbano, ecc. e quindi potenzialmente su un mercato molto ampio. Molte volte non c'è la conoscenza delle tecniche e dei materiali e quindi il progetto si prefigge di aumentare questa conoscenza e di coinvolgere questi attori, con una serie di attività che sono il cuore del progetto stesso.

Adottare comportamenti e pratiche ecocompatibili nelle comunità urbane è fra gli obiettivi della vostra associazione. Qual è la fotografia attuale?

È una fotografia chiaroscuro: ci sono delle pubbliche amministrazioni che sono estremamente motivate, ci sono tecnici estremamente sensibili e preparati ed altre che sono lontanissime da questa logica: è difficile fare una media.

Quanto è importante in termini di impatto ambientale il contributo degli asfalti con gomma riciclata?

Ci sono navi con quantità impressionanti di pneumatici che lasciano l'Europa per delle destinazioni in paesi di minor sviluppo economico a minor controllo ambientale la cui destinazione finale, il cui utilizzo non è sempre così sostenibile.

Un altro beneficio è sulla qualità di ciò che si ottiene: come si usano i materiali dal riciclaggio pneumatici e perché apportano qualità e prestazioni. Sono materiali che spesso sostituiscono materiali vergini e questa sostituzione avviene ovviamente se c'è una combinazione fra convenienza economica e prestazionale.



Ettore Musacchi – Presidente ETRA

Qual è il contributo degli asfalti con gomma riciclata nel caso delle strade?

Nel caso delle strade questa tecnica negli Stati Uniti è cominciata negli anni Cinquanta, mentre in Europa ci sono tante sperimentazioni e prove: in Europa si è capito e si sa che può funzionare, ma non si riesce a farlo diventare un utilizzo sistematico e organico.

Per quello che riguarda il panorama dei lavori pubblici il beneficio consiste in strade più durevoli, più sicure e silenziose. A seconda del mix design della strada si possono enfatizzare certe prestazioni o altre.

L'altro aspetto virtuoso è che l'utilizzo del polverino di gomma avviene attraverso società o da parte di soggetti che hanno un'apertura a migliorare o aumentare complessivamente le quantità di materiale riciclato nelle strade, quindi non solo la gomma, ma anche la quantità di fresato oppure aggregati riciclati, additivi più ecologici. In conclusione, c'è tutta una logica che accompagna l'utilizzo del polverino che renderebbe l'infrastruttura sicuramente migliore.

Asfalto gommato: limiti e potenzialità

Le tematiche emerse durante in meeting del 5 febbraio a Roma



Lo scorso 5 febbraio 2025, la **Fondazione Ecosistemi** ha ospitato il meeting sugli asfalti gommati. L'evento, che ha preso spunto dalla tavola rotonda tenutasi nell'ambito del workshop del 5 dicembre presso la sede Anas (società del Gruppo FS) di Roma, si è configurato come la sua naturale prosecuzione. Al tavolo dei relatori, un nutrito gruppo di esperti internazionali, ha potuto nuovamente riflettere sulle criticità e sulle potenzialità dell'asfalto gommato. Il dibattito si è focalizzato su quattro tematiche principali: il costo, la resistenza

al cambiamento, l'impatto ambientale, le regolamentazioni il e ruolo della Pubblica Amministrazione. Considerati i benefici ambientali degli asfalti gommati, soprattutto in termini di riduzione dell'inquinamento acustico, il costo resta il principale ostacolo da superare per consentirne un impiego diffuso. Infatti, la produzione del polverino di gomma attraverso il processo di riciclo degli pneumatici fuori uso comporta un costo, che impatta su quello complessivo della miscela fino al 15%. Tuttavia, la **maggior durabilità** di questo tipo di asfalto – un aspetto che il progetto LIFE SILENT punta a potenziare ulteriormente – permette di ridurre l'impatto economico a lungo termine. Inoltre, considerando che gli asfalti modificati attualmente in uso risultano significativamente meno economici, l'asfalto arricchito con polverino di gomma può diventare una soluzione competitiva sul mercato.

Un altro aspetto che limita l'impiego di questa soluzione è la carenza di una adeguata regolamentazione e di documenti normativi a cui progettisti e gestori di infrastrutture possano riferirsi. Tale carenza è stata messa in evidenza da quasi tutti i paesi Europei, soprattutto dalla Spagna, che ha predisposto in via informale delle linee guida, ancora in attesa di approvazione da parte degli organi ufficiali.

L'emanazione dei **CAM strade** in Italia si configura, quindi, come un'opportunità da cogliere per cercare di spingere verso un utilizzo sempre più diffuso di questa tecnologia, sebbene attualmente l'impiego della pavimentazione antirumore sia obbligatorio solo per strade appartenenti alla rete primaria.

A fronte dei numerosi benefici riscontrati, durante la discussione è stata sottolineata la forte resistenza al cambiamento come ulteriore ostacolo all'utilizzo del polverino. Tale resistenza è dovuta, in parte, alle numerose sperimentazioni sul tema, che hanno prodotto una notevole quantità di dati spesso contrastanti fra loro e, in parte, alla carenza di competenze specifiche in tutta la filiera produttiva, dovuta a informazioni poco chiare sull'argomento e a una formazione inadeguata. A gettare ulteriori dubbi su un'ampia Centrale sotto il profilo ambientale è la diffusione del polverino di gomma è la questione ambientale, soprattutto per quanto riguarda il riciclo e lo smaltimento dei rifiuti. Se da un lato l'utilizzo degli pneumatici fuori uso consente di riutilizzare **materiali destinati allo smaltimento**, dall'altro lato, attualmente, al momento **non si hanno certezze circa il mantenimento delle proprietà meccaniche e funzionali del fresato**. In conclusione, quindi, i benefici ambientali degli asfalti gommati non sono sufficienti a promuoverne l'ampio utilizzo e c'è ancora molto da fare per renderli competitivi sul mercato. Inoltre, è necessaria una sintesi dei risultati delle numerose sperimentazioni eseguite per fornire informazioni chiare alle pubbliche amministrazioni, ai gestori delle infrastrutture e ai produttori.

Stato di avanzamento del progetto LIFE SILENT

Il resoconto del Team Members Meeting del 10 febbraio

Il 10 febbraio 2025 si è svolto via web il quinto meeting trimestrale del progetto LIFE SILENT. La sessione mattutina ha avuto come oggetto lo stato di avanzamento dei diversi pacchetti di lavoro, in riferimento al trimestre ottobre-dicembre 2024.

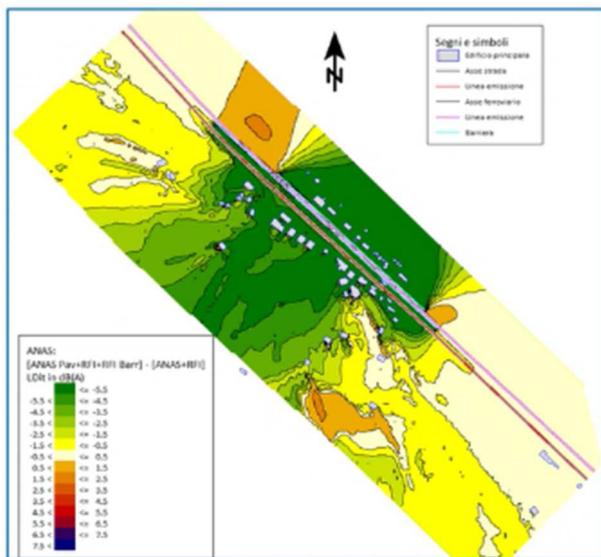


Figura 1 – Esempio di mappa acustica

Con riferimento al pacchetto di **lavoro WP2**, dedicato alla definizione delle procedure per la gestione sinergica delle misure di mitigazione sonora su fonti di rumore diversificate, procedono le attività di simulazione, propedeutiche all'individuazione delle modalità di intervento. In particolare, il gruppo è attualmente impegnato nell'analisi di cinque siti caratterizzati dalla contemporanea presenza dell'infrastruttura stradale e ferroviaria, che costituiscono due sorgenti di rumore distinte che agiscono sulla stessa area. La caratterizzazione di tali siti, comprensiva del calcolo delle mappe di rumore e degli indicatori di rumore specifici, ha raggiunto un buono stato di avanzamento e il gruppo prevede di ultimare le analisi entro la fine del prossimo trimestre.

Parallelamente, le **attività del WP3**, riguardanti lo sviluppo di una miscela innovativa con caratteristiche di durabilità migliorate rispetto alle pavimentazioni standard, dopo gli ottimi risultati ottenuti per le miscele chiuse, proseguono con le analoghe sperimentazioni sulle miscele aperte, per le quali è attualmente in corso l'analisi delle proprietà volumetriche e meccaniche.

Il **WP4**, le cui attività si concentrano interamente sullo sviluppo delle barriere basse e sull'utilizzo della tecnologia dei metamateriali, ha avviato la stampa 3D degli elementi in metamateriale da installare sulla barriera. Su tali elementi sono state anche condotte le prime prove di laboratorio che hanno mostrato buoni risultati, rivelando come gli elementi stampati esibiscano un assorbimento pari all'80% dell'onda incidente. Progredisce rapidamente anche la messa a punto della procedura di verifica per le barriere basse, per la quale si stanno conducendo misure in laboratorio da utilizzare in fase di calibrazione della procedura stessa.



Figura 2 – Esempio di stampa 3D degli elementi in metamateriale

La pavimentazione antirumore e la barriera bassa verranno installate nel sito pilota di Muratella, la cui caratterizzazione ante-operam è a cura del **WP5**, che ha ultimato le misure di impatto acustico e l'installazione del sensore di monitoraggio.

Nell'ambito del **WP7**, dedicato all'analisi di sostenibilità delle soluzioni sviluppate, l'impegno è attualmente rivolto al reperimento delle informazioni necessarie per effettuare la valutazione sulle pavimentazioni antirumore.

Al termine della mattinata, i responsabili delle attività del **WP9**, incentrate sulla disseminazione e la comunicazione, hanno invitato tutti i partecipanti a presentare il loro contributo per la sessione speciale organizzata all'interno della Conferenza internazionale Forum Acusticum-EURONOISE che si terrà a Malaga a fine giugno.

La **sessione pomeridiana** della riunione, invece, ha previsto lo smistamento dei partecipanti in tre stanze di lavoro distinte, al fine di discutere sulle criticità emerse durante lo svolgimento delle attività dei diversi pacchetti di lavoro. Tre le problematiche discusse: il completamento delle simulazioni dei siti affidati al WP2, al fine di mettere a punto la procedura sulla gestione delle concorsualità; il processo di inserimento delle fibre di cellulosa funzionalizzate all'interno delle miscele; e, infine, l'organizzazione dell'incontro con i cittadini.

Prima della conclusione della riunione, sono state raccolte anche le adesioni per la costituzione di un gruppo ristretto che possa occuparsi della produzione di massa delle barriere antirumore basse, con installazione degli elementi in metamateriale.

INNOVAZIONE E TECNICA IN PILLOLE: Valutazione del disturbo indotto dal rumore – indagini psicoacustiche

Autori: Fabio Lo Castro¹, Almona Tan², Sergio Iarossi¹, Massimiliano De Luca¹

La psicofisica studia le relazioni tra gli stimoli (es. termici, luminosi, acustici, tattili) fisici, oggettivi e misurabili e la sensazione soggettiva percepita dalle persone.

In ambito acustico, la disciplina che studia i suoni in relazione alle sensazioni uditive dal punto di vista psicologico e fisiologico si chiama psicoacustica ed è alla base di numerose ricerche e applicazioni tecnologiche, dalla stereofonia alla progettazione acustica.

Le indagini psicoacustiche sono essenziali per valutare l'impatto del rumore sulla persona, sia in termini di fastidio soggettivo che di effetti oggettivi sulla salute e il benessere, tenendo conto di fattori come l'intensità, la frequenza, la durata e il contesto in cui il rumore si verifica.



Figura 1 - Registrazione binaurale tramite testa acustica

Queste hanno come obiettivo:

1. **Valutazione del fastidio soggettivo** tramite questionari o scale di valutazione, come l'annoyance scale o valutazione del sonno
2. **Correlazione tra parametri fisici e percezione umana** per stabilire una relazione tra i parametri acustici misurabili e la percezione soggettiva del rumore.
3. **Valutazione degli effetti a lungo termine** del rumore cronico su salute fisica e mentale.

Le metodologie utilizzate per le indagini psicoacustiche includono:

Questionari e interviste redatti secondo la ISO/TS 15666 per raccogliere dati sul fastidio percepito, che varia in base a fattori culturali, psicologici e individuali, e la sua accettabilità dipende dal contesto in cui si vive. In particolare, si valuta quanto un soggetto è sensibile/indifferente al rumore (**Sensitivity**) e il grado di disturbo, irritazione o disagio percepito da un individuo esposto a un rumore (**Perceived Annoyance**).

Misurazioni oggettive del rumore utilizzando fonometri e analizzatori di spettro, teste acustiche o cuffie microfoniche (vedi figura 1). Oltre ai parametri acustici normalmente impiegati nelle indagini psicoacustiche sono utilizzati parametri strettamente legati alla percezione umana dei suoni a diverse frequenze e livelli, tra cui: **Loudness**, **Sharpness**, **Roughness**, **Fluctuation Strength**, **Tonality**, **Spectrum gravity center**, **Psicoacoustical Annoyance**. Nelle figure 2, 3 e 4 sono mostrati alcuni risultati dell'applicazione di questa metodologia nel progetto LIFE NEREiDE (2016-2021).

Esperimenti psicoacustici controllati svolti in laboratorio per valutare la percezione del rumore in ambienti controllati.

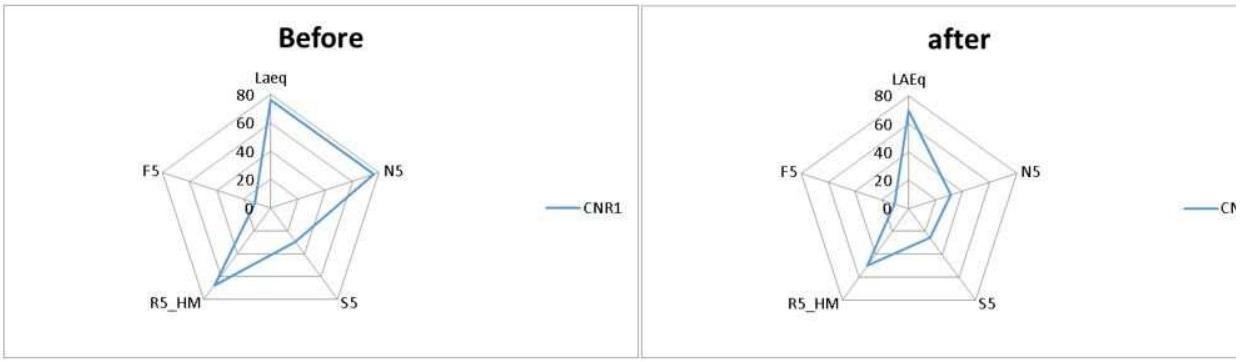


Figura 2 - Diagramma a ragno di alcuni valori psicoacustici prima e dopo le opere di risanamento stradale nel sito denominato CNR1 presso Arezzo.

Tramite diagrammi a ragno con ai vertici alcuni parametri psicoacustici, considerati con il loro 5° percentile, una sorta di impronta sonora, è mostrato come sono cambiati i loro valori prima e dopo le opere di risanamento della pavimentazione stradale con la stessa di pavimentazione fonoassorbente.

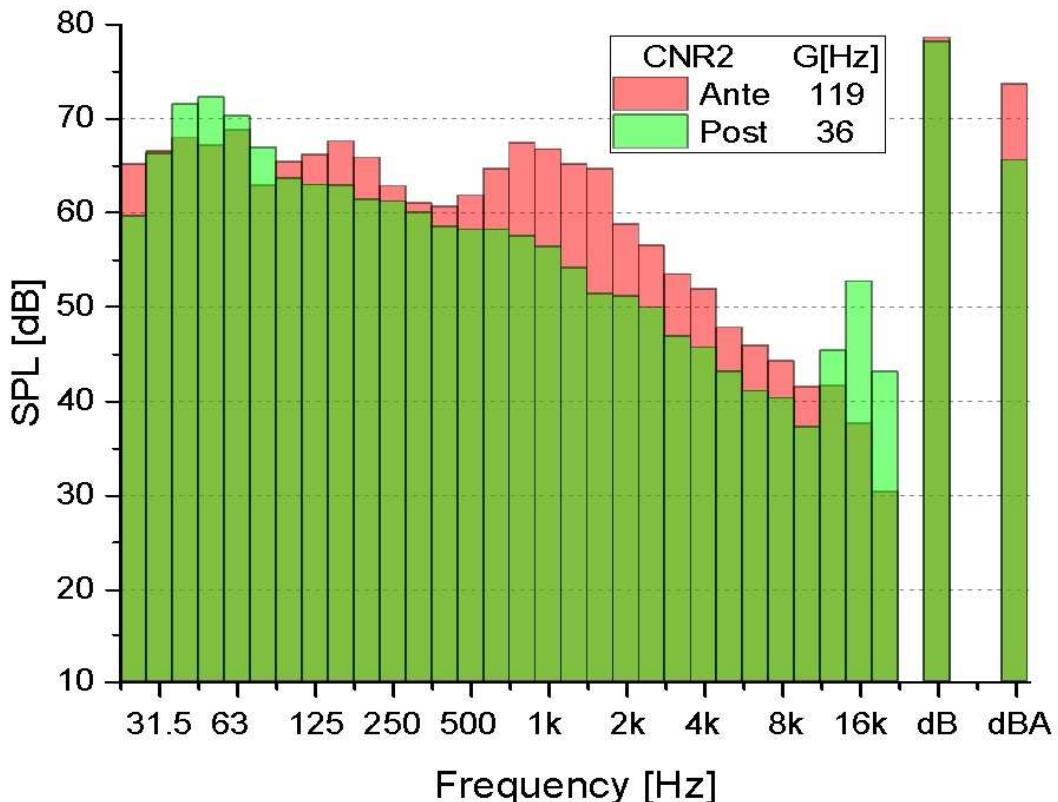


Figura 3 - Differenze tra lo spettro prima e dopo le opere di risanamento stradale in un altro tratto stradale CNR2 presso Arezzo, mostrando come la distribuzione dell'energia sonora si sia spostata verso le basse frequenze, dopo la posa del nuovo asfalto, e quindi meno udibile.

ROAD STRETCH	BEFORE	AFTER	AFTER-BEFORE
1	93.7	64.3	-29.4
2	91.0	77.6	-13.4
3	79.4	65.5	-13.9
4	95.8	56.9	-39.0
5	84.3	65.8	-18.5
6	104.0	86.0	-18.0

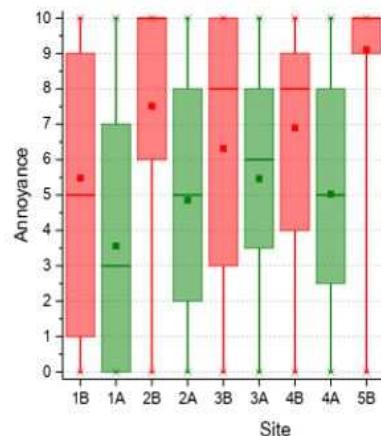


Figura 4 – Risultati delle indagini psicoacustiche presso 6 siti in provincia di Arezzo a) Psychoacoustical Annoyance, PA (oggettiva), b) Perceived Annoyance (soggettiva). Combinando i vari parametri si osserva come la Psicoacoustical Annoyance e la Perceived Annoyance, nei sei siti sperimentali esaminati in provincia di Arezzo siano diminuite in entrambi i casi, e quindi il fastidio prodotto dal traffico stradale sia effettivamente diminuito.

Le indagini psicoacustiche offrono quindi un approccio integrato e multidisciplinare, combinando misure soggettive e oggettive e considerando aspetti tecnici, psicologici e sociali per una valutazione completa del disturbo indotto dal rumore.

A tal fine, nel progetto LIFE SILENT, per cui è identificato come sito pilota la zona di Muratella (Roma) poiché in vicinanza dell’autostrada A91 e della ferrovia, è applicata una combinazione dei metodi “Misurazioni oggettive del rumore” e “Questionari”. Quest’ultimo, che sarà distribuito alla popolazione interessata dalle opere di risanamento acustico nella primavera del 2025, è composto da 3 parti principali che indagano: l’ambiente di vita e le fonti del rumore, il grado di disturbo percepito (perceived annoyance), e il livello di coinvolgimento della popolazione per individuare delle soluzioni condivise al disturbo indotto dal rumore ferroviario e autostradale.

1 CNR-INM Sezione di Acustica e Sensoristica O.M. Corbino, Roma

2 ITALFERR

[Visita la pagina dedicata](#)