



SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI. Pos. N°35 Avv. 1/2006	Executive Summary		
	30/05/2008		

## SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI

Pos. N°35 Avv. 1/2006



### **Executive Summary**

Lo studio di fattibilità condotto per il Parco Scientifico e Tecnologico della Liguria, consistito nello sviluppo di un prototipo di silenziatore ad elevata attenuazione sonora per canali aria mediante il riutilizzo di materiali esausti, si è concluso con la realizzazione del prototipo e con l'analisi tecnico-economica dell'industrializzazione del prototipo stesso, conformemente a quanto previsto in sede di bando.

Tale studio, proposto da un consorzio di aziende attive nel campo degli impianti di condizionamento e degli impianti aeraulici (CAMET IMPIANTI, Mongiardino e Tecnocasa) e nell'ambito della nautica e del comparto navale (SEATECH, RITEC, CVI), è stato sviluppato in stretto contatto con le stesse, tenendo conto sia dell'idea chiave alla base dell'attività, ovvero la realizzazione di un prototipo di silenziatore con caratteristiche innovative, sia dei vincoli di carattere tecnologico ed economico relativi alla industrializzazione dello stesso. Il rapporto con le succitate società e in particolare con la società capofila CAMET s.r.l. è stato continuo e fondamentale per la riuscita della prototipazione.

In sintesi, l'attività condotta si è articolata nei termini di seguito descritti:



- si sono svolti incontri di verifica e coordinamento con le società che hanno portato a discussioni e dibattiti sulle problematiche che ci si preparava ad affrontare; sulla base di quanto discusso si sono definiti concordemente condizioni di partenza e dati tecnici di base e si sono elaborate le schede progettuali;
- si è provveduto a studiare le caratteristiche del materiale fonoassorbente, venendo in possesso di conoscenze che sono riassunte nel capitolo 6 della presente relazione, e si sono studiate le possibili geometrie dei silenziatori, individuando quelle più promettenti;

SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI. Pos. N°35 Avv. 1/2006	Executive Summary		
	30/05/2008		

- si sono redatti i progetti esecutivi del prototipo, definendone dettagliatamente tecnologia e modalità produttive, e si sono forniti alle ditte proponenti i risultati di tale lavoro discutendo con esse i risultati ottenuti;
- si è quindi realizzato il prototipo e lo si è trasportato al sito di misura presso il laboratorio DIPTM/UNIGE della Fiera Del Mare;
- si è verificata la corretta operatività del set-up sperimentale, tarandone il funzionamento al fine di una corretta analisi sperimentale del prototipo.
- in stretta collaborazione con le aziende che hanno richiesto lo studio, si è proceduto al miglioramento delle modalità costruttive dei silenziatori in termini di tecnologia. Naturalmente tale aspetto è stato sviluppato tenendo sinergicamente conto dei risultati via via forniti dall'analisi tecnico-economica.
- si è sviluppata l'analisi tecnico-economica del prodotto – tale studio, che ha sfruttato le competenze presenti in DIPTM nel settore dell'analisi economica dei processi produttivi, permette di accompagnare il passaggio dalla fase di prototipazione alla fase industriale. Nel condurre tale valutazione si è tenuto conto delle condizioni proprie del mercato e dei vincoli di sicurezza (inifiammabilità, atossicità, salubrità) e di durabilità cui i silenziatori sono soggetti in numerose applicazioni

Durante lo studio di fattibilità si è analizzata in particolare la possibilità di sostituire come materiale fonoassorbente alla lana di roccia una sostanza di scarto quale la gomma dei pneumatici ridotta in grani. Il vantaggio di una tale soluzione è quella di consentire da una parte la realizzazione di silenziatori con elevate caratteristiche di fonoassorbimento, ottenute mediante lo studio delle caratteristiche acustiche dei materiali inseriti nei setti del silenziatore, e dall'altra, di permettere lo smaltimento di sostanze inquinanti o comunque di rifiuti in modo utile ed economicamente vantaggioso.

Lo smaltimento dei pneumatici usati o a fine vita rientra ampiamente nella scottante problematica della gestione dello smaltimento dei rifiuti. Dagli anni '50 infatti, con il repentino incremento post-bellico degli autoveicoli in circolazione, il problema dello smaltimento dei pneumatici fuori uso (PFU) è diventato progressivamente oggetto di crescente preoccupazione. La principale forma di recupero, soprattutto per quanto riguarda la possibilità di trattare quantità elevate, è rimasta quella di sfruttarne il contenuto termico. Negli ultimi anni sono state inoltre tentate soluzioni incentrate sul recupero attraverso il riutilizzo del polverino di gomma ricavato da pneumatici triturati e

SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI. Pos. N°35 Avv. 1/2006	Executive Summary		
	30/05/2008		



deferrizzati in applicazioni come i manti stradali, la costruzione di articoli tecnici, di mattonelle per impianti sportivi, etc. Il presente studio ha valutato invece in modo del tutto innovativo la possibilità di impiegare la gomma granulare come materiale fonoassorbente all'interno di silenziatori lineari dissipativi.

Tale obiettivo è stato raggiunto sperimentando le caratteristiche di fonoassorbimento acustico di silenziatori con materiale fonoassorbente disposto all'interno dei setti in relazione, oltre che alla natura del materiale, anche alla geometria del letto di contenimento. In altri termini, da una parte si è operato sul materiale fonoassorbente e si è analizzato come le proprietà fisiche dello stesso modificano il funzionamento del silenziatore. Dall'altra si sono fatte variare le caratteristiche geometriche dei setti fonoassorbenti, verificando sperimentalmente l'effetto di tale aspetto dimensionale sulla attenuazione sonora nei canali.

Si sono testati due materiali commerciali di diversa natura, denominandoli gomma "A" e gomma "B", e tre diversi spessori dei setti dissipativi, nella fattispecie 25 mm, 50 mm e 75 mm. Dalle misure effettuate (norma ISO 7235:1995) si è potuto constatare, oltre al fatto che il comportamento della gomma "A" appare complessivamente più performante, che l'effetto dello spessore del setto dissipativo risulta in generale rilevante. Pertanto la scelta della geometria del setto risulta decisiva nel determinare l'efficacia del silenziatore. In particolare per i setti di 50 mm l'andamento appare più bilanciato, con assorbimento più elevato tra 1250 e 1600 Hz.

In sintesi, la gomma granulare ha dimostrato nel corso della attività di ricerca sperimentale un comportamento acustico in assorbimento simile a quello dell'argilla espansa:

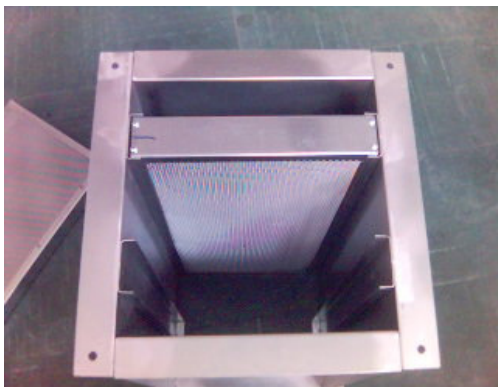
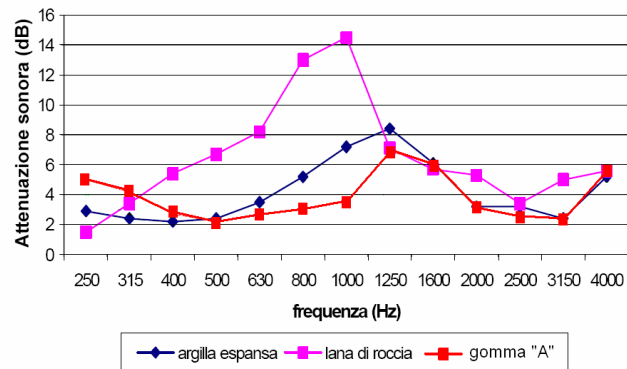
- l'attenuazione sonora varia in modo marcato con la frequenza, indicando la selettività dell'assorbimento;
- granulometrie definite da una dimensione caratteristica prossima ai 3.5 mm hanno mostrato un buon potenziale di dissipazione dell'energia sonora che propaga nel canale;
- le prestazioni sono complessivamente peggiori di quelle offerte da un materassino di lana di roccia di pari spessore, ma possono essere pari o persino superiori per

determinate bande di frequenza, in particolare a elevati valori di lunghezza d'onda;

- l'attenuazione sonora ottenuta dipende in modo marcato dallo spessore dello strato di materiale fonoassorbente.;



Nello sviluppo del prototipo si è scelto di privilegiare uno spettro di assorbimento più equilibrato, essendo il rumore generato dai ventilatori caratterizzato da uno spettro a larga banda. Si è indirizzata quindi la scelta progettuale verso uno spessore dei setti di 50 mm; tale spessore consente una limitata restrizione della sezione quando i setti sono posizionati all'interno del canale aria, come avviene solitamente e come è previsto nel caso del prototipo che è stato sviluppato. Ciò significa perdite di carico contenute e quindi una maggiore efficienza energetica del dispositivo. In sintesi, si è scelto per i setti del silenziatore uno spessore che garantisca una sufficiente attenuazione su tutte le frequenze e al contempo limitasse le perdite di carico introdotte dal silenziatore.

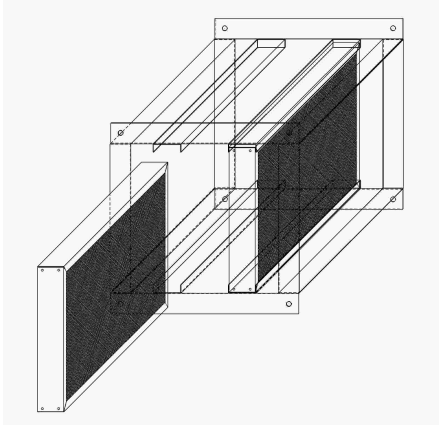
Dal confronto con il comportamento di altri materiali fonoassorbenti si è potuto osservare che i materiali granulari hanno performance a parità di spessore inferiori alla lana di roccia alle medie e alte frequenze pur se per basse frequenze, ovvero dai 315 Hz in giù, il comportamento dei silenziatori con gomma di tipo "A" appare migliore



anche di quello della lana di roccia: in altri termini, a frequenze molto basse i silenziatori con gomma granulare risultano molto performanti; si tratta proprio delle frequenze alle quali la lana di roccia dimostra scarse prestazioni in fonoassorbimento.



Il prototipo di silenziatore realizzato è costituito da un guscio parallelepipedo in lamiera di acciaio in cui sono inseriti setti fonoassorbenti che consentono di ottenere elevati valori di attenuazione sonora. I setti sono costituiti da materiale fonoassorbente da 50 mm riempiti con gomma "A", protetto superficialmente da lamiera metallica forata, allo

<b>SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI. Pos. N°35 Avv. 1/2006</b>	Executive Summary		
	30/05/2008		



scopo di impedire l'abrasione del materiale fonoassorbente da parte del flusso d'aria ed il conseguente trascinarsi dei grani di materiale fonoassorbente nell'ambiente. I bordi d'attacco sono in lamiera non forata.

Un risultato tecnologico assai significativo della ricerca è il fatto che le prestazioni acustiche del prototipo che utilizza i frammenti di gomma riciclata sono simili a quelle ottenibili da silenziatori che impiegano un materiale termoacustico di buon successo e largo impiego quale l'argilla espansa granulare. Inoltre la densità apparente della gomma granulare è perfettamente in linea con quella dell'argilla espansa, escludendo un significativo incremento dei pesi rispetto a tale soluzione; il tutto con il non disprezzabile "plus" costituito dal fatto che per produrre l'argilla espansa si sacrifica territorio (cave di argilla) e si consuma combustibile (trasposto materia prima, produzione, trasporto prodotto finito), mentre nel caso della gomma granulare si elimina un materiale di rifiuto altrimenti destinato alla combustione, con effetti sull'ambiente da valutare fino in fondo. Non si può negare che l'applicazione della tecnologia al centro dello studio di fattibilità non si presti a tutte le situazioni, dovendo confrontarsi sul mercato con un materiale assai performante in termini acustici quale la lana di roccia. Esistono però tutta una serie di ambiti applicativi in cui le caratteristiche della gomma granulare potrebbero renderla concorrenziale e addirittura preferibile alla lana di roccia; si pensi a tutte quelle situazioni in cui gli elevati livelli di pressione sonora producono il fenomeno della "noise fatigue", ovvero la frantumazione nel tempo della lana minerale per effetto della prolungata esposizione a livelli di rumore elevati, causata dalla fragilità del filamento vetroso. Le caratteristiche di elasticità della gomma la preservano da questo rischio, aprendo un campo di applicazione davvero interessante. Un altro elemento di grande interesse della tecnologia sviluppata è costituito dalle ottime prestazioni osservate per la gomma granulare a basse frequenze, con risultati che appaiono migliori rispetto a tutti gli altri materiali fonoassorbenti testati. Questo dato apre lo scenario a tutta una serie di applicazioni specifiche laddove il rumore ha componenti tonali rilevate sotto i 315 Hz. La cosa davvero significativa è che il prototipo di silenziatore funziona meglio proprio per quelle basse frequenze che i silenziatori con lana di roccia fanno fatica ad attenuare e che sono prevalenti in numerosi processi industriali. Dal punto di vista tecnologico, è stata utilizzata in ogni fase costruttiva tecnologia ben consolidata e già perfezionata; i margini di

SVILUPPO DI UN PROTOTIPO DI SILENZIATORE AD ELEVATA ATTENUAZIONE SONORA PER CANALI ARIA MEDIANTE IL RIUTILIZZO DI MATERIALI ESAUSTI. Pos. N°35 Avv. 1/2006	Executive Summary		
	30/05/2008		

miglioramento sono dunque ridotti, poiché già effettuati. Nel caso di produzione in larga scala tramite impianto automatizzato, si potrà però agire in due modi:

- inserendo un trasporto pneumatico del granulato: risulta infatti la soluzione ideale in termini di tempi e costi, agendo direttamente in aspirazione dal contenitore di trasporto (sacchi a valvola o anche automezzi con cassone) fino al processo di riempimento dei setti.
- automatizzando piega e saldature delle lamiere, sia nella costruzione del condotto che dei setti, così da standardizzare qualità e tempi di produzione.

L'analisi tecnico-economica condotta ha mostrato quali modifiche del prototipo siano necessarie per abbattere i costi e i tempi di produzione, mantenendo inalterata la funzionalità del prodotto.

L'analisi LCA ha infine evidenziato come il nuovo silenziatore risulti preferibile alle alternative già presenti in commercio per le sue caratteristiche uniche: abbiamo infatti una riduzione estrema dell'impatto ambientale negativo, sia relativamente ai materiali utilizzati che relativamente ai processi produttivi. Il prototipo di silenziatore sviluppato risulta così un prodotto soddisfacente la normativa ambientale europea e che contribuisce a risolvere il problema dello smaltimento dei rifiuti, senza gli inconvenienti ambientali dei metodi attualmente utilizzati (possiede dunque un valore aggiunto importante, grazie a incentivi e norme di tutela dell'ambiente e smaltimento dei rifiuti).

In conclusione, l'attività svolta ha permesso di verificare l'applicabilità dell'idea chiave alla base del presente studio, cioè dell'ipotesi di poter utilizzare la gomma granulare, ottenuta dal riutilizzo dei pneumatici dismessi, come materiale fonoassorbente nei silenziatori dissipativi lineari. I risultati sperimentali ottenuti confermano l'efficacia di questa soluzione tecnologica e invitano a proseguire nell'applicazione di tale know-how, che appare, alla luce dello studio sin qui condotto, in grado di portare alla realizzazione di silenziatori capaci di affermarsi commercialmente, creando una vera e propria nuova nicchia di mercato molto promettente.

Il Responsabile Scientifico  
(prof. ing. Corrado Schenone)