

CARATTERIZZAZIONE FISICO-ACUSTICA DELLE FIBRE DI EGAGROPILI

Francesco Pompoli (1), Cristina Maescotti (2)

1) Dipartimento di Ingegneria – Università di Ferrara, francesco.pompoli@unife.it;
2) Dipartimento di Ingegneria – Università di Ferrara, cristina.maescotti@unife.it

SOMMARIO

In questo articolo vengono presentati i risultati di una indagine sperimentale condotta su fibre ricavate da Egagropili, molto diffusi sulle spiagge del Mediterraneo e derivati dai residui di Posidonia oceanica, una pianta marina che forma grandi praterie su fondali sabbiosi in prossimità delle coste. Scopo di questa ricerca è quello di valutare il potenziale utilizzo di queste fibre come materiale fonoassorbente ecosostenibile.

1. Introduzione

La ricerca di materiali fonoassorbenti sostenibili è sempre più sviluppata in relazione agli obiettivi dei piani di transizione ecologica, volti ad una riduzione progressiva delle emissioni di CO₂ a livello planetario.

Particolare interesse è stato rivolto negli ultimi anni a materiali fibrosi di origine vegetale ottenibili da scarti di lavorazione di altri prodotti, come ad esempio le fibre di cocco, le fibre di legno o derivati di altre piante [1].

Analogo interesse può essere rivolto a materiali fibrosi presenti sulle spiagge italiane, che quando si accumulano in grandi quantità rappresentano un problema per la fruizione turistica degli arenili e richiedono la loro asportazione e conferimento in discarica. Tali materiali (nome scientifico: Egagropili) si presentano sotto forma di agglomerato di fibre dalla geometria ellissoide (figura 1) e sono frutto dello sfilacciamento delle foglie della Posidonia Oceanica, macerate in acqua marina fino ad ottenere le fibre che vengono aggregate dal moto ondoso.

La Posidonia Oceanica è una pianta acquatica, endemica del Mar Mediterraneo, appartenente alla famiglia delle Posidoniacee (angiosperme monocotiledoni), che si sviluppa in praterie su fondali sabbiosi in prossimità delle coste.

Dal punto di vista acustico, tali materiali sono stati studiati in [2] con una approfondita analisi sulle caratteristiche fisiche ed acustiche e sulla modellazione di pacchetti regolari di queste sfere come metamateriali. Uno studio preliminare è stato condotto dagli autori di questo articolo in [3], dove sono state analizzate le proprietà fonoassorbenti di Egagropili con diverso spessore.

In questo articolo si vuole indagare sulla possibilità di utilizzare le fibre sciolte ottenute da questi Egagropili per realizzare pannelli fonoassorbenti; per questo motivo si sono ricavate fibre sciolte dagli Egagropili già testati in [3] e si sono valutate le caratteristiche fisiche e acustiche di queste fibre sciolte al variare della densità di compattazione. Scopo finale della ricerca è quello di ottenere un modello analitico che consenta di ottimizzare le caratteristiche di un pannello fonoassorbente a partire da questa tipologia di fibre.

2. Materiali e metodi

Gli Egagropili utilizzati per questa ricerca sono stati raccolti sulle spiagge della Sardegna del sud, su litorali nella sabbia

asciutta e sono stati lasciati per diversi giorni al sole per eliminare eventuali residui di umidità. Ulteriori informazioni sulle caratteristiche degli Egagropili sono riportate in [3]. Le fibre sono state separate manualmente dagli Egagropili, rimuovendo la sabbia presente all'interno attraverso setacciatura (figura 1). Sulle fibre così ottenute sono stati condotti i seguenti test sperimentali:

- misura della porosità con il metodo della compressione di un volume noto [4];
- misura di resistività al flusso d'aria secondo la ISO 9053-2 [5] al variare della densità;
- misura di assorbimento acustico ad incidenza normale secondo la ISO 10534-2 [6] al variare di spessore e densità.

Per la modellazione analitica è stato considerato il modello di fluido dissipativo equivalente di Johnson-Champoux-Allard (JCA)[7][8] che dipende dai seguenti parametri fisici: porosità ϕ , tortuosità α_∞ , resistività al flusso d'aria σ , lunghezza caratteristica viscosa e termica A e A' ; le grandezze che non sono state direttamente misurate sono state calcolate attraverso il metodo di inversione [9] dalle misure sperimentali di assorbimento acustico.



Figura 1 – Egagropili di Posidonia oceanica e fibre da essi ottenute.

3. Risultati sperimentali

In figura 2 vengono riportati i valori dei cinque parametri del modello analitico di JCA in funzione della densità delle fibre. Tali valori possono essere utilizzati per calcolare le prestazioni acustiche di pannelli di qualsiasi spessore e densità. In figura 3 viene riportato un confronto tra misure sperimentali di assorbimento acustico ad incidenza normale e risultati ottenuti dal modello analitico di JCA.

In figura 4 viene riportato un confronto con materiali fonoassorbenti tradizionali (poliestere e lana minerale con densità pari a 50 kg/m³) a parità di spessore (50 mm) per fibre di Posidonia di densità variabile tra 50 e 200 kg/m³.

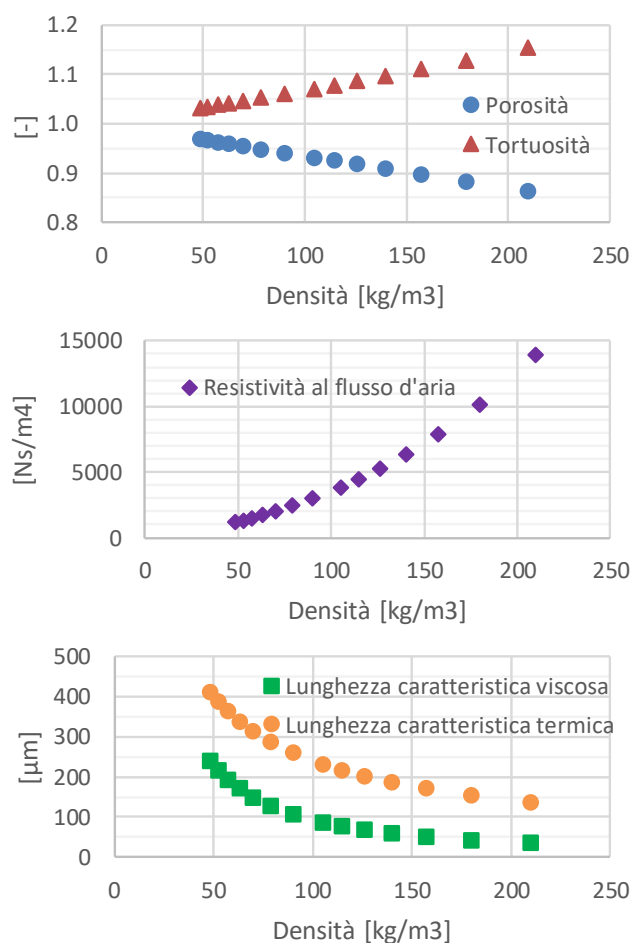


Figura 2 – Parametri fisici del modello di JCA al variare della densità delle fibre.

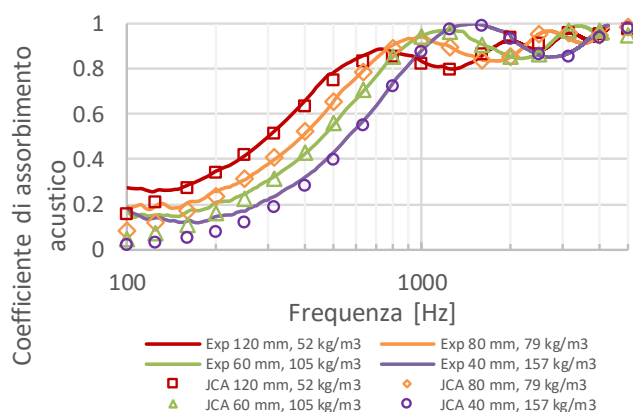


Figura 3 – Confronto tra risultati sperimentali (EXP) e risultati ottenuti dal modello di JCA utilizzando i parametri fisici di figura 1. Per ogni campione sono indicati spessore e densità.

4. Considerazioni finali

L'indagine condotta sulle fibre ottenute da Egagropili di Posidonia oceanica ha evidenziato che questo materiale sostenibile può essere efficacemente impiegato come materiale fonoassorbente sotto forma di fibre sciolte. Per ottimizzarne le proprietà acustiche si è condotta una indagine sperimentale al variare della densità delle fibre, in modo da ottenere un modello analitico che consenta di calcolare la curva di fonoassorbimento per diverse combinazioni di spessore e densità. Il modello analitico adottato (JCA) ha mostrato una elevata correlazione rispetto ai dati acustici sperimentali, e consente di dimensionare acusticamente pannelli realizzati con questo materiale e di confrontare a parità

di spessore e/o densità le fibre di Posidonia con altri materiali. Da un confronto con materiali tradizionali (fibre di poliestere e lana di roccia) si evidenzia che le prestazioni acustiche delle fibre sono inferiori se si mantiene la stessa densità (ad esempio 50 kg/m³) ma che aumentando la densità delle fibre di Posidonia si possono raggiungere le prestazioni delle fibre di poliestere (150 kg/m³) o di lana minerale (200 kg/m³). Le fibre di Posidonia potrebbero avere pertanto impiego in quelle soluzioni dove il peso del pannello fonoassorbente non costituisca un fattore fondamentale.

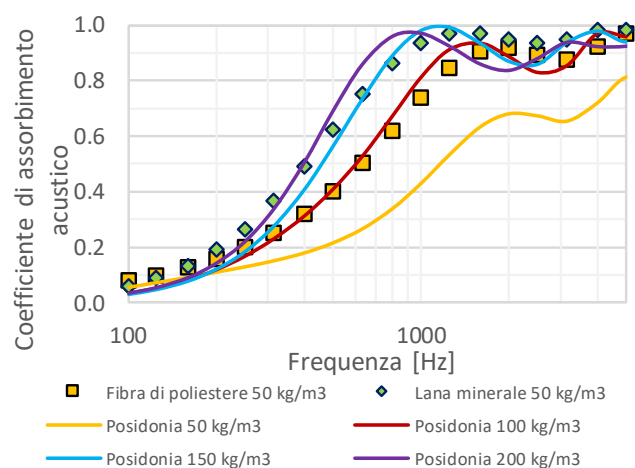


Figura 4 – Confronto a parità di spessore (50 mm) per diverse densità di fibre di Posidonia e materiali tradizionali come poliestere e lana minerale con densità pari a 50 kg/m³.

5. Bibliografia

- [1] Bousshine S. et al., *Acoustical and thermal characterization of sustainable materials derived from vegetable, agricultural, and animal fibers*, Applied Acoustics, Volume 187, 2022, 108520, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108520>
- [2] Barguet L. et al., *Natural sonic crystal absorber constituted of seagrass (Posidonia Oceanica) fibrous spheres*, Scientific Reports 11:711 (2021), <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79982-9>
- [3] Pompoli F., Marescotti M., *Indagine preliminare sulle proprietà fonoassorbente di egagropili*, Atti del 48° Convegno Nazionale AIA, Matera, 25-27 maggio 2022
- [4] Champoux Y., Stinson M.R., Daigle G.A., *Air-based system for the measurement of porosity*, Journal of Acoustical Society of America, 89, pp. 910 (1991), <https://doi.org/10.1121/1.1894653>
- [5] ISO 9053-2:2020 *Acoustics — Determination of airflow resistance — Part 2: Alternating airflow method*.
- [6] ISO 10534-2:1998 *Acoustics — Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes — Part 2: Transfer-function method*.
- [7] Johnson D.L., Koplik J., Dashen R., *Theory of Dynamic Permeability and Tortuosity in Fluid-Saturated Porous Media*, J. Fluid. Mech., 176(1), pp. 379–402 (1987), <https://doi.org/10.1017/S0022112087000727>
- [8] Champoux Y., and Allard J.F., *Dynamic Tortuosity and Bulk Modulus in Air-Saturated Porous Media*, J. Appl. Phys., 70(4), pp. 1975–1979 (1991), <https://doi.org/10.1063/1.349482>
- [9] Bonfigli P., Pompoli F., *Inversion problems for determining physical parameters of porous materials: Overview and comparison between different methods*, Acta Acust United Acust 2013; 99(3):341–51, <https://doi.org/10.3813/AAA.918616>

Ringraziamenti

Questa ricerca è finanziata dal Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca all'interno del progetto PRIN 2017, numero 2017T8SBH9: "Theoretical modelling and experimental characterization of sustainable porous materials and acoustic metamaterials for noise control".