

ANALISI ACUSTICA DI FIBRE NATURALI DI CANAPA IN RELAZIONE AL PROCESSO PRODUTTIVO

Francesco Pompoli (1), Paolo Bonfiglio (1), Cristina Marescotti (1), Francesco Mollica (1), Valentina Mazzanti (1)

1) Dipartimento di Ingegneria – Università degli Studi di Ferrara- E-mail: francesco.pompoli@unife.it

SOMMARIO

Oggetto del presente articolo è un'indagine sulle proprietà acustiche di materiali in fibra di canapa sottoposti a successivi trattamenti chimici e lavorazioni meccaniche che ne alterano la struttura; scopo dello studio è quello di individuare un processo produttivo che migliori le prestazioni acustiche del materiale e di correlare tale miglioramento alla variazione di dimensione delle fibre, alla densità apparente, alla resistività al flusso d'aria ed alla tortuosità del materiale.

1. Introduzione

Negli ultimi anni lo studio dei materiali fonoassorbenti ha riguardato un numero crescente di materiali realizzati con fibre naturali di origine vegetale, caratterizzati da un minore impatto ambientale calcolato sull'intero ciclo di vita del prodotto rispetto a materiali ottenuti da risorse ambientali non rinnovabili (di derivazione petrolifera, come schiume espanse e poliestere, oppure minerale, come lane di roccia e di vetro).

Generalmente i materiali di origine vegetale vengono prodotti in minori quantità rispetto a quelli più tradizionali, da aziende più piccole che non hanno imposto a livello globale delle caratteristiche standardizzate ai loro materiali; questo determina solitamente grande incertezza sulle proprietà acustiche e fisiche, ed anche sulla loro modellazione numerica.

Per quanto riguarda le fibre di canapa (*Cannabis Sativa* varietà Lipko), oggetto di questo studio, si trovano ad esempio diversi riferimenti bibliografici [1, 2, 3] che riguardano la loro caratterizzazione acustica, ma nessuna correlazione con la tipologia di fibre e la loro geometria, né dettagli su lavorazioni e trattamenti chimici previsti nella loro produzione.

Scopo di questo studio è individuare l'influenza che diversi processi produttivi hanno sulle proprietà acustiche del materiale al fine di una loro ottimizzazione.

2. Descrizione del processo produttivo delle fibre di canapa e dei campioni oggetto di test

Lo studio ha riguardato delle fibre di canapa sciolte (*Cannabis Sativa* varietà Lipko), prive di legante, ottenute attraverso i seguenti processi consecutivi (ad esempio il materiale che ha subito il processo 4 ha subito precedentemente anche i trattamenti 1, 2 e 3):

1. *Cardatura*: trattamento meccanico eseguito con uno strumento costituito da un asse di legno irto di chiodi finalizzato a liberare dalle impurità e a districare le fibre (1.CAR);
2. *Trattamento alcalino con NaOH (5% 1h)*: ha la funzione di rimuovere le componenti non-cellulosiche delle fibre e di favorire l'estrazione delle fibrille [4] (2.NaOH);
3. *Pettinatura a denti larghi*: trattamento meccanico eseguito con un pettine a denti larghi finalizzato a ridurre il numero delle fibre corte, a orientarle e a eliminare meccanicamente le componenti non-cellulosiche separate con il trattamento alcalino (3.PET_DL);

4. *Pettinatura a denti stretti*: trattamento meccanico eseguito con un pettine a denti stretti finalizzato a perfezionare ulteriormente il trattamento descritto al punto 3. (4.PET_DF)

Le quattro tipologie di fibre, dopo aver subito un processo di doratura per spruzzatura, sono state analizzate al microscopio elettronico a scansione SEM (ZEISS Evo EVO M15) con una tensione di accelerazione di 15 kV, da cui sono state ricavate immagini (figura 1) e calcolata la distribuzione dei diametri delle fibre (figura 2), suddivisi in classi di 10 μm .

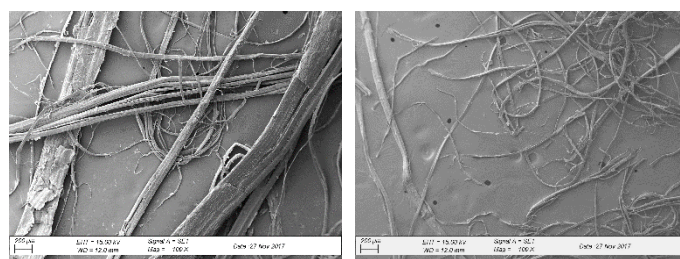


Figura 1 – Immagine al SEM del primo (1.CAR) e ultimo (4.PET_DF) stadio di lavorazione delle fibre di canapa.

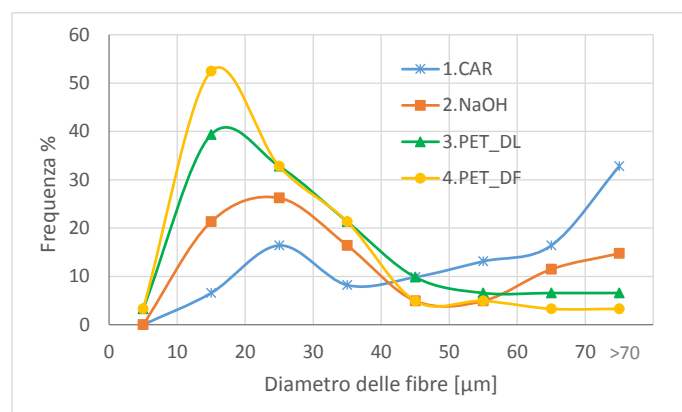


Figura 2 – Frequenza % del diametro delle fibre suddivise in intervalli da 10 μm .

Come si può notare vi è una progressiva riduzione dei diametri delle fibre nel passare dal primo trattamento all'ultimo, con valori medi pesati che scendono da 89 a 27 μm ed una dispersione intorno ai valori medi che tende a ridursi, con una riduzione notevole della parte più grossolana delle fibre (> 70 μm).

Dalle quattro tipologie di fibre è stato isolato lo stesso peso di materiale che successivamente è stato inserito all'interno dei porta-provini cilindrici dei diversi sistemi di misura. Per testare

diverse densità di materiale, sono state utilizzate delle reticelle metalliche con elevata porosità per poter comprimere progressivamente il campione con spessori decrescenti.

Le densità testate sono variabili tra 59 e 176 kg/m³, con spessori tra 60 mm e 20 mm.

3. Misure sperimentali

Sui materiali descritti al paragrafo 2 sono state condotte misure a diverse densità, comprimendo progressivamente i campioni e misurandone le caratteristiche acustiche (impedenza superficiale ed assorbimento acustico con il metodo del tubo ad onde stazionarie [5]), la resistività al flusso d'aria (metodo a flusso alternato [6]) e la tortuosità (metodo ad ultrasuoni [7]). Le misure sono state ripetute tre volte smontando e rimontando il campione di fibre sfuse; nei grafici successivi vengono riportati i valori medi rilevati.

In figura 3 viene riportato a titolo di esempio il confronto a parità di densità per le 4 tipologie di materiali testati, da cui si può notare un lievissimo peggioramento acustico del campione trattato con NaOH, un notevole innalzamento successivo con la prima lavorazione di pettinatura (denti larghi), ed un ulteriore lieve miglioramento con la seconda fase di pettinatura (denti stretti).

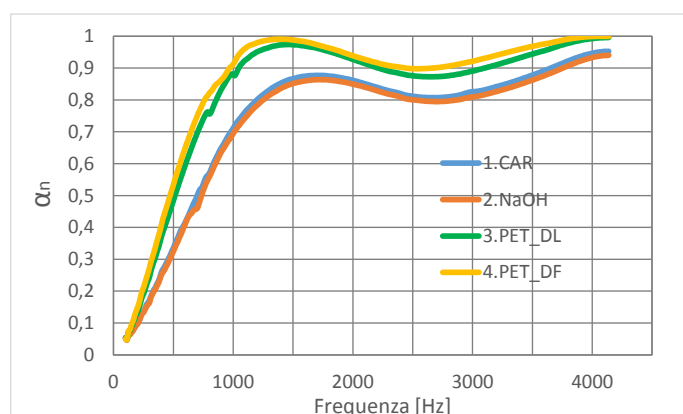


Figura 3 – Coefficiente di assorbimento acustico per incidenza normale per le 4 tipologie di materiale, a pari densità (70 kg/m³) e spessore (50 mm)

L'incremento delle prestazioni acustiche al variare del materiale può essere correlato ad un incremento della resistività al flusso d'aria, come evidenziato dai risultati sperimentali riportati in figura 4.

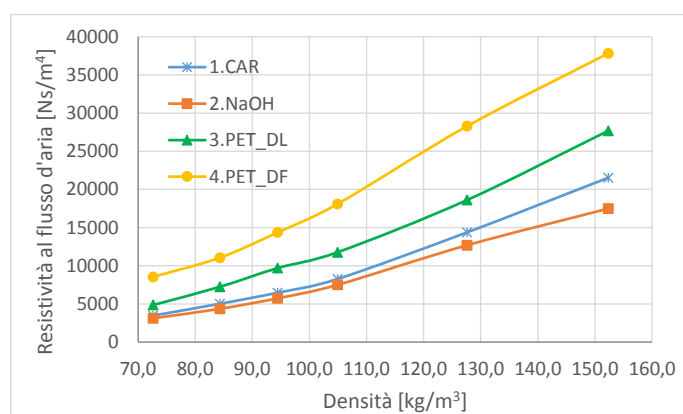


Figura 4 – Resistività al flusso d'aria in funzione della densità, per le 4 tipologie di fibra di canapa

I materiali mostrano tutti un incremento in funzione della densità, ma tale incremento è maggiore per i materiali con fibre con

diametro inferiore, ottenute dal processo di pettinatura; si può notare anche l'effetto del trattamento con NaOH, che riduce leggermente la resistività al flusso d'aria.

In figura 5 vengono infine riportate le misure di tortuosità sui 4 materiali con diverse densità. In questo caso le differenze sono piuttosto ridotte e tendono a confondersi con l'errore sperimentale, ma è possibile distinguere una lieve differenza sistematica tra le 4 tipologie di materiale in funzione della densità; la tortuosità tende a diminuire a parità di densità per i materiali con fibre più piccole ottenute dal processo di pettinatura.

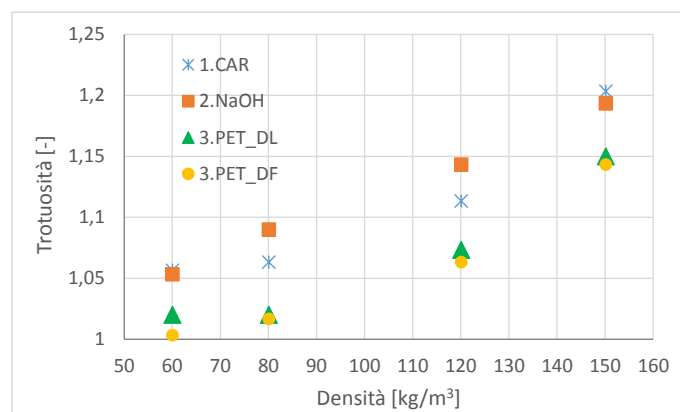


Figura 5 – Tortuosità in funzione della densità, per le 4 tipologie di fibra di canapa

4. Conclusioni

L'analisi sperimentale sulle proprietà acustiche e fisiche effettuata su 4 tipologie di fibre di canapa ottenute attraverso successivi procedimenti chimico-meccanici ha mostrato la possibilità di migliorare notevolmente le proprietà acustiche di tali materiali attraverso una riduzione del diametro medio delle fibre; tale riduzione comporta un incremento notevole della resistività al flusso d'aria del materiale ed un conseguente incremento di fonoassorbimento del materiale. La tortuosità ha mostrato un aumento con l'incremento della densità del materiale, mentre per i materiali con diametro delle fibre ridotto si evidenzia una diminuzione del parametro. Tale parametro ha una influenza limitata sul fonoassorbimento, localizzata alle alte frequenze.

Questa indagine sperimentale sarà utilizzata per lo sviluppo di un modello numerico che sia in grado di correlare i parametri fisici misurati con le prestazioni acustiche ottenute, mentre ulteriori indagini saranno dedicate ad una ottimizzazione dei processi meccanici per la riduzione delle fibre e all'effetto dell'utilizzo di leganti per trasformare le fibre sciolte in un pannello con spessore definito.

5. Bibliografia

- [1] Mamtaz H., Fouladi M.H., Al-Atabi M., Namasivayam S.N., *Acoustic Absorption of Natural Fiber Composites*, Journal of Engineering, Volume 2016, Article ID 5836107.
- [2] Lima Z.Y., Putra A., Nora M.J.M., Yaakob M.Y., *Sound absorption performance of natural kenaf fibres*, Applied Acoustics 130 (2018) 107–114.
- [3] Piégay C., Glé P., Gourdon E., Gourlay E., Marceau S., *Acoustical model of vegetal wools including two types of fibers*, Applied Acoustics 129 (2018) 36–46.
- [4] Mwaikambo L. Y., Ansell M. P. *Chemical modification of hemp, sisal, jute and kapok fibers by alkalization*, Journal of Applied Polymer Science, **19** (2002) p.p. 2222-2234.
- [5] ISO 10354-2:1998, *Acoustics - Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes-Part 2: Transfer-function method*.
- [6] UNI EN 29053:1994, *Acustica-Materiali per applicazioni acustiche - Determinazione della resistenza al flusso d'aria*.
- [7] Bonfiglio P., Pompoli F., *Misura sperimentale della tortuosità di materiali a cella aperta con tecnica ad ultrasuoni*, Atti del 34° Convegno Nazionale AIA, Firenze, 13-15 giugno 2007