Il tessile nell'economia circolare

Valorizzazione di fibre di scarto in bioedilizia e agricoltura biologica

Claudio Tonin

CNR ISMAC - BIELLA

CHIMICA, MODA e SALUTE – Milano, 5 giugno 2018

Scarti tessili da valorizzare

Scarti di lavorazione della lana
Lane di bassa qualità (animali allevati per la carne e il latte)
Lane di concia
Lane usate
Fibre ligno-cellulosiche da piante da seme

3

Produzione di lana (Mkg clean)

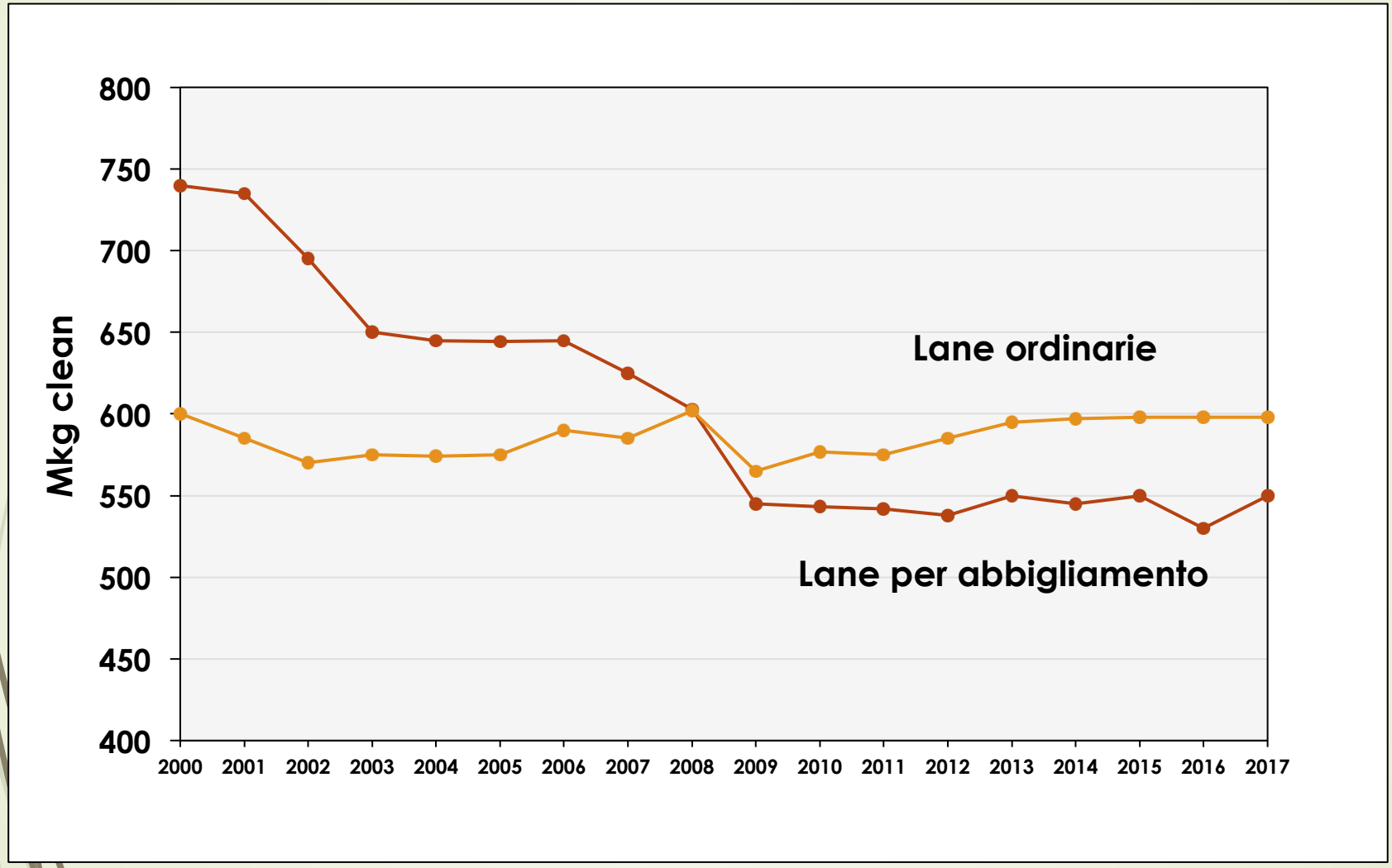
(tra i livelli più bassi degli ultimi 70 anni)

(*) Merino>60%

	2016	2017	% change	2018 (F)	% change
Australia *	260,2	276,9	+6,4%	267,3	-3,4%
South Africa *	30,3	30,7	+1,6%	31,4	+2,0%
Argentina *	26,4	26,4	0,0%	26,1	-1,3%
USA *	6,9	6,9	-0,7%	6,8	-0,9%
China	179,6	180,1	+0,3%	180	0,0%
New Zealand	108,6	103,1	-5,1%	103,5	+0,4%
India	32,5	33,3	+2,4%	34	+2,1%
Uruguay	18,3	18,4	+0,7%	18,4	0,0%
UK	23,5	23,5	0,0%	23,8	+1,2%
Mongolia	19	20,6	+8,1%	22,7	+10,2%
Others	446,4	449,2	+0,6%	453,5	+1,0%
Global	1143,2	1170,7	+1,5%	1159	-0,1%

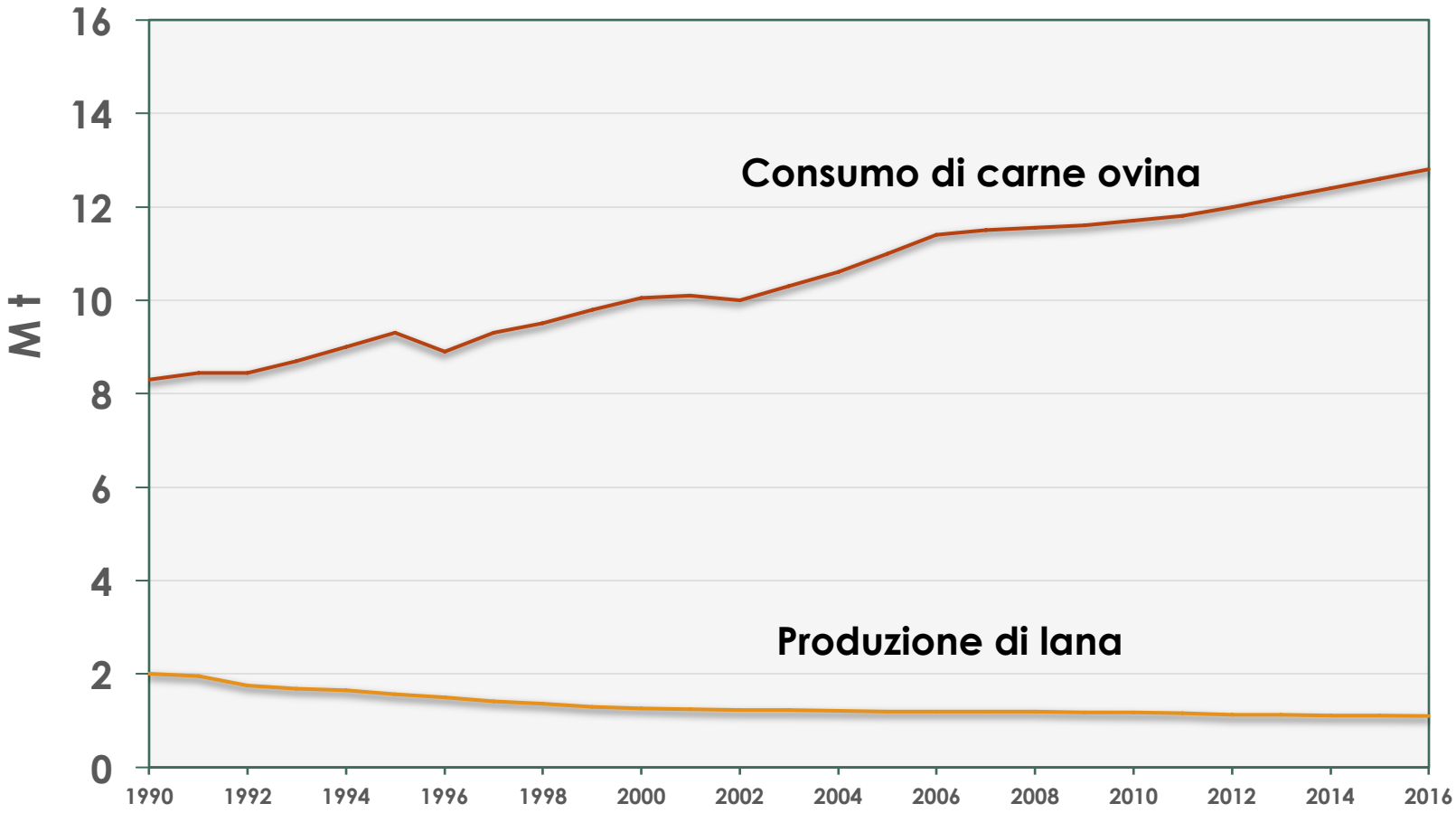
Source: ASI Wool J. May 2017

4 Impieghi delle lane



Source: IWTO, April 2017

Aumento dell'allevamento di ovini da carne



Source: The Fiber Year 2016

Allevamento ovino e produzione di lana

CNR-ISMAC BI

Lana da valorizzare

CNR-ISMAC BI

Prezzo della lana sarda della tosa 2017: circa 0.3 Euro/kg

Se non viene usata è un sottoprodotto di Categoria 3 (EU Reg. N.142/2011)

Bio-edilizia ed eco-design: materiali per la coibentazione

http://www.soundservice.co.uk/soundblocker-quilt-plus.html

https://www.nevilllong.co.uk/products/view/157/black-mountain-sheeps-wool-insulation-15s

Pannelli autoportanti in pura lana

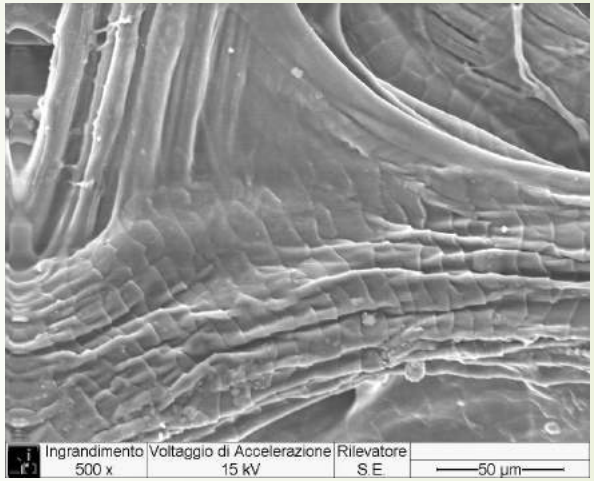
CNR-ISMAC BI

Brevetto n. 0001410156
Processo di lavorazione della lana, materiali di lana prodotti con detto processo e articoli comprendenti detti materiali di lana.
Autori: Bosia Daniela, Giordano Roberto, Patrucco Alessia, Ramella Pollone Franco, Savio Lorenzo, Tonin Claudio.

Titolare: Davifil Srl

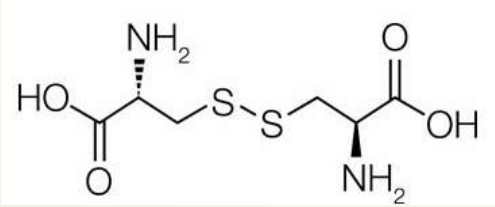
La lana in alcali

Alcali

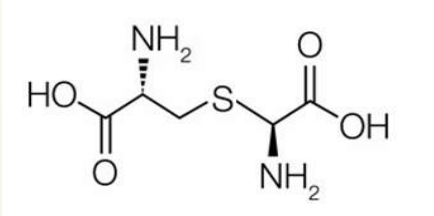


CNR-ISMAC BI
SEM 500x

- Parziale idrolisi della cheratina
- Parziale distruzione della struttura fibrosa che forma una matrice proteica adesiva
- Formazione di lantionina



Cistina



Lantionina

Taglio e raccolta della canapa tecnica

Taglio delle piante a maturazione

Raccolta in rotoballe

Macerazione in campo (dew retting)

I. Peroni, G. Giampaoli, C. Quaglia "Promoting the cultivation and development of hemp in Italy", 2nd Int. Conf. on Innov. Natural Fibre Comp. for Industr. Applic., Rome, Apr., 15, 2009

www.flaxandhemp.bangor.ac.uk

Sfibratura della canapa ad uso industriale

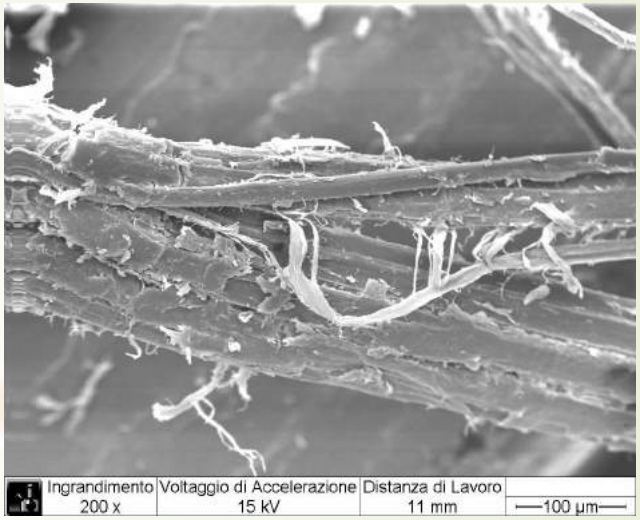
Brevetto TO2010A000554, R. Delmastro, F. Giraudo CNR - ASSOCANAPA (maggio 2010)

www.assocanapa.org

La canapa in alcali

Alcali

(Chemical retting)

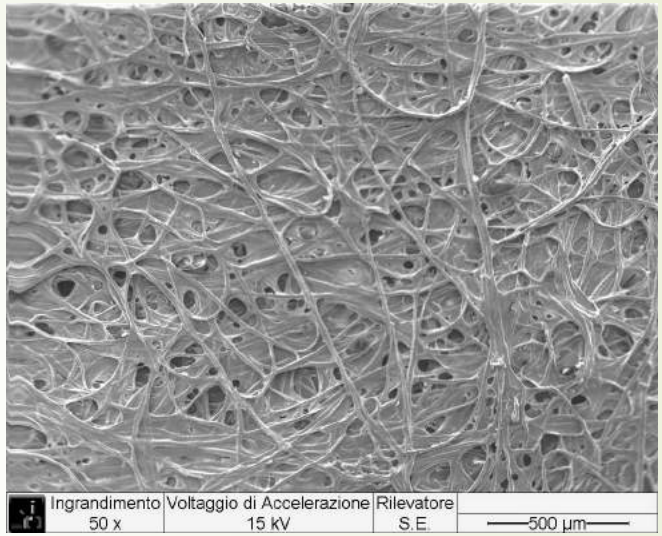


CNR ISMAC BI SEM 200x

- Separazione dei fascetti di fibre
- Rigonfiamento
- Aumento dell' idrofilia

La lana e la canapa in alcali

Alcali



CNR-ISMAC BI SEM 500x

Le fibre di canapa rigonfiano e vengono incollate dalla matrice proteica

Le fibre dopo il trattamento vengono lavate e il materiale viene essiccato in stufa.

Pannelli autoportanti in lana-canapa tecnica

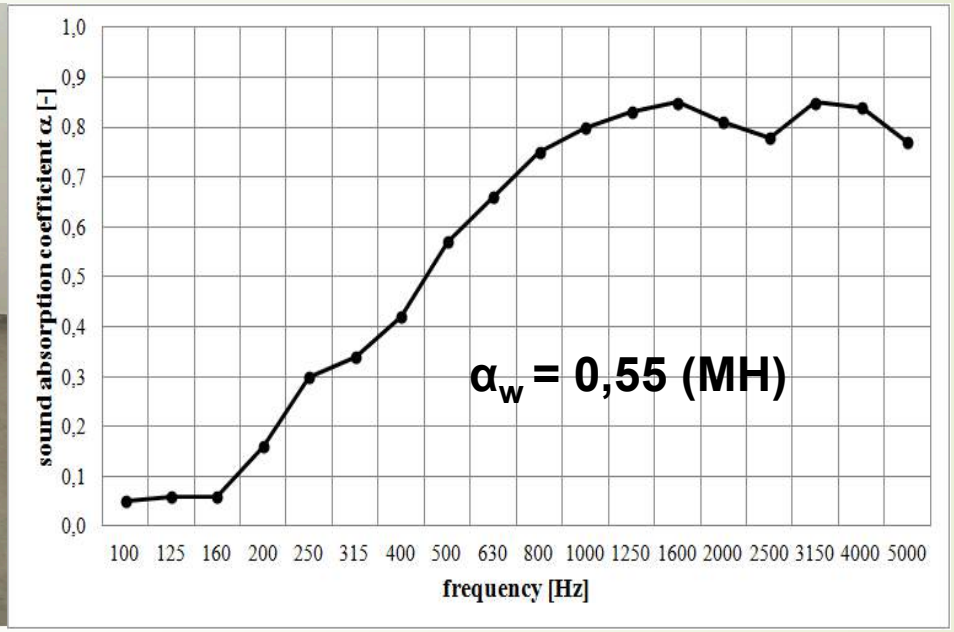
Brevetto n. 0001410155

Materiale composito di origine naturale e metodo per la sua fabbricazione
Autori: Tonin Claudio, Patrucco Alessia, Ravasio Maria Nicoletta, Bianchetto Songia Michela, Ramella Pollone Franco.

Titolare: CNR

CNR-ISMAC BI

Coefficiente di assorbimento acustico (100-5000 Hz)



Politecnico di Torino, DAD, Dip. di Architettura e Design

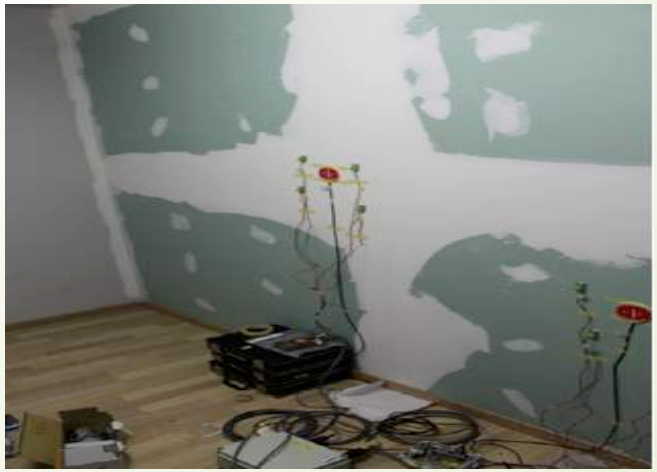
INRIM Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica , Torino

Buone performances a frequenze medio-alte (**MH**, comportamento tipico dei materiali fibrosi come lana di vetro o lana di roccia a pari densità).

Conducibilità e trasmittanza termica

λ_{eq} = 0,05 – 0,2 W/(m K)

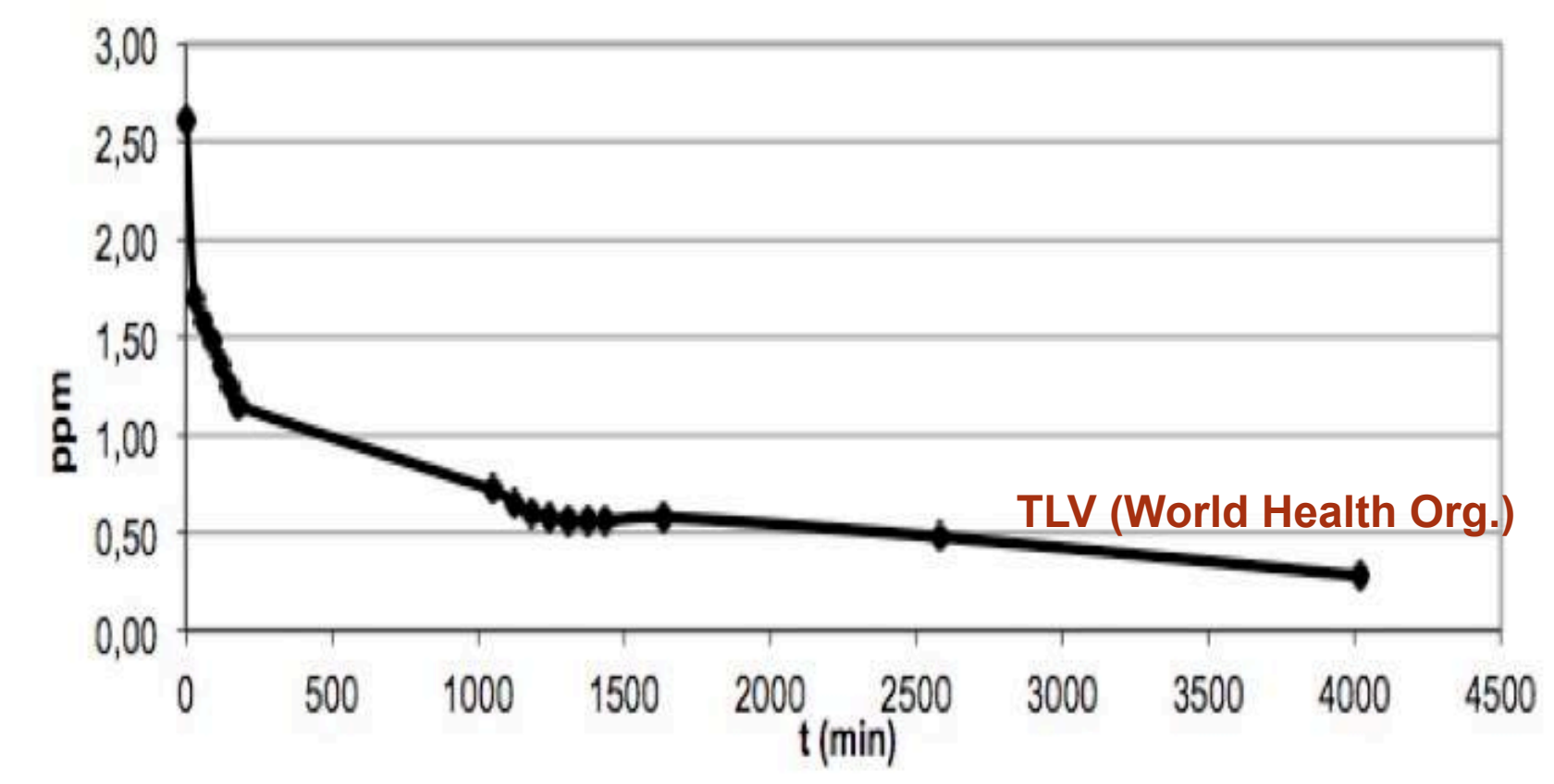
U_{meas} = 0,42 – 0,45 W/(m^2 K)



Conducibilità termica

Campione	Densità (g/cm^3)	Carico a rottura (N/cm^2)	Allunga-mento a rottura (%)	Recupero di umidità (%)	Conducibilità termica (W/m K)
A	0,43	211,8	1,0	4.8	0,2
B	0,26	40,5	2,2	6,4	0,1
C	0,11	24,8	6,3	6.4	0,05
D	0,19	19.6	3.7	10.2	0.1

Assorbimento di formaldeide



CNR ISMAC BI

Cartonlana (9 g in 3 l d'aria)**:** riduzione della concentrazione CH_2O in 3 giorni

Scarti del riso da valorizzare

Paglia di riso

E' il fusto cavo del riso; è formata da cellulosa, lignina, cere, silicati…

CNR-ISMAC BI

- **Costituisce dal 40% al 60% del peso secco della pianta**
- **Per ogni ha coltivato si ottengono dalle 5 alle 7 t di paglia**

Scarti del riso da valorizzare

La paglia oggi viene trinciata con la mietitrebbia e incorporata nel terreno portando alla compattazione, diminuzione della resa, fermentazione anaerobica (metano).

Per ogni tonnellata di riso, rimangono in campo circa 1,4 t di paglia.

Perché usare la paglia in edilizia:

- Elevato potere termoisolante
- Elevato potere fonoassorbente
- Elevata traspirabilità
- Possibilità di essere impiegate in strutture antisismiche
- Risorsa rinnovabile, quindi eco-compatibile e interamente biodegradabile

La paglia e la lana in alcali

Alcali

CNR-ISMAC BI

Parametri che influenzano il processo:

- **Tempo**
- **Temperatura di trattamento**
- **Concentrazione di NaOH**
- **Rapporto-bagno**
- **Temperatura di asciugatura**

- **Rigonfiamento**
- **Miglioramento dell'idrofilia**
- **Miglioramento del modulo ad umido**

Caratterizzazione dei compositi paglia e lana

La densità varia da 0,24 a 0,13 g/cm^3

- All'aumentare della quantità di paglia di riso, a parità di intensità di trattamento, i pannelli risultano più porosi, meno densi, meno resistenti alla trazione, meno rigidi e più isolanti.

- All'aumentare dell'intensità di trattamento (aumento di: tempo, temperatura e/o [NaOH]) i pannelli risultano meno porosi, più resistenti alla trazione, più densi e meno isolanti.

Formatura e asciugatura

La forma del composito può essere impostata asciugando il materiale dentro ad uno stampo delle dimensioni preferite.

CNR-ISMAC BI

E' possibile controllare lo spessore e la densità del pannello.

È possibile migliorare i pannelli esteticamente tingendo lana e paglia durante il procedimento.

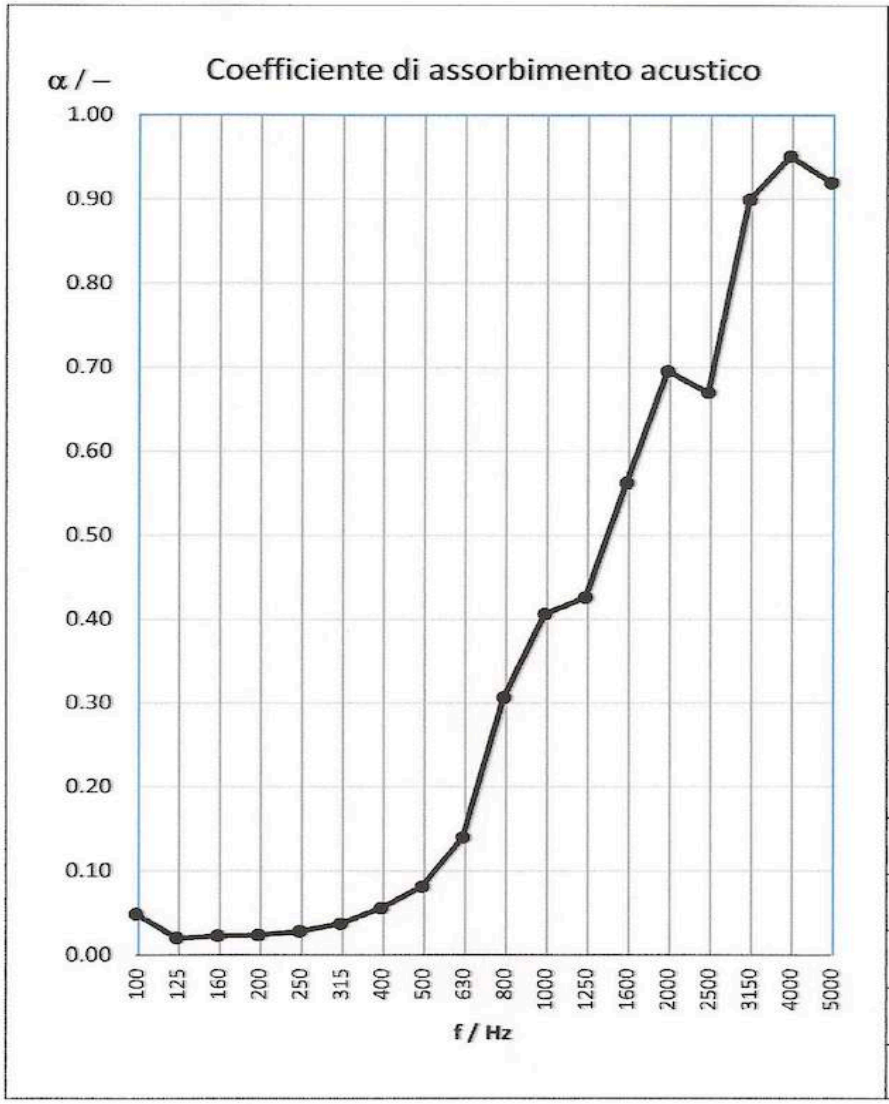
Test "*in progress*": conducibilità termica

n° prova	Spessore misurato	$T_{superiore}$	$T_{inferiore}$	$T_{media,\ campione}$	R	$\lambda_{equivalente}$	$\Delta\lambda_{equivalente}$
	[mm]	[°C]	[°C]	[°C]	[(m²K)/W]	[W/(mK)]	[%]
1	40.96	5.01	15.01	10.01	0.944	0.043	2.0

La conducibilità termica equivalente $\lambda_{equivalente}$ del campione relativa allo spessore di 40.96 mm è stata determinata come rapporto tra lo spessore misurato e la resistenza termica ***R*** misurata, risultando pari a 0,043 W/mK, con una incertezza stimata nel 2 %.

La paglia di riso è cava quindi il potere isolante è maggiore

Test "*in progress*": assorbimento acustico



f / Hz	α	st.dev (α)
100	0,05	0,03
125	0,02	0,03
160	0,02	0,03
200	0,02	0,04
250	0,03	0,05
315	0,04	0,06
400	0,06	0,09
500	0,08	0,13
630	0,14	0,18
800	0,31	0,21
1000	0,41	0,29
1250	0,43	0,36
1600	0,56	0,26
2000	0,70	0,09
2500	0,67	0,19
3150	0,90	0,01
4000	0,95	0,03
5000	0,92	0,05

Test “in progress”: resistenza al fuoco

Il campione ha evidenziato proprietà ignifughe.
In nessun caso si è avuto sviluppo della combustione dopo l’allontanamento della fiamma di innesco.

Conclusioni

- **Lane di scarto, canapa tecnica e paglia di riso possono essere riciclati per la fabbricazione di pannelli AUTOPORTANTI per l'edilizia**
- **E' possibile modulare densità, spessore, porosità, proprietà meccaniche e conducibilità termica dei pannelli.**
- **Le caratteristiche estetiche possono essere migliorate tingendo le fibre (aggiungendo colorante nel bagno di fabbricazione).**

Il progetto di trasformazione degli scarti con acqua surriscaldata

Life12 ENV IT 439 GreenWoolF

Life12 ENV IT 439 GreenWoolF

Life12 ENV IT 439 GreenWoolF

Grazie per l'attenzione

www.ismac.cnr.it