OSSERVATORIO NAZIONALE
Filiera Produzione Sostenibile
LANE AUTOCTONE

LE PROSPETTIVE DELLA FILIERA DELLA LANA

TRA TRADIZIONE, INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ

The perspectives on the Wool Supply Chain

Tradition, Innovation, and Sustainability

FiLA**SYMPOSIUM** INSTANT BOOK

a cura di Laura Boffi e Valentina Ciuffreda

edited by Laura Boffi and Valentina Ciuffreda

UNAPRESS 07
Urban NarrAction

LE PROSPETTIVE DELLA FILIERA DELLA LANA

TRA TRADIZIONE, INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ

The perspectives on the Wool Supply Chain
Tradition, Innovation, and Sustainability

FiLA**SYMPOSIUM** INSTANT BOOK

a cura di Laura Boffi e Valentina Ciuffreda

edited by Laura Boffi and Valentina Ciuffreda

Opera assoggettata a double peer review
Edito da *UNA, Urban NarrAction - Progetto editoriale in free press per la divulgazione e la diffusione di ricerche e buone pratiche* [https://urbannarraction.net]

Comitato editoriale | *Editorial Committee*
Matteo Clementi
Valentina Dessì
Maria Fianchini
Luciana Mastrolonardo

Comitato scientifico | *Scientific Committee*
Stella Agostini, Università degli Studi di Milano
Alessio Battistella, Politecnico di Milano
Alessandra Battisti, Università degli Studi di Roma- La Sapienza
Paola Boarin, University of Auckland
Paolo Carli, Politecnico di Milano
Matteo Clementi, Politecnico di Milano
Valentina Dessì, Politecnico di Milano
Michele D'Ostuni, Università di Bologna
Maria Fianchini, Politecnico di Milano
Roberto Giordano, Politecnico di Torino
Tae Han Kim, Sangmyung University, Seoul, South Korea
Luciana Mastrolonardo, Università "G.D'Annunzio" Chieti-Pescara
Carol Monticelli, Politecnico di Milano
Antonello Monsù Scolaro, Università degli studi di Sassari
Eugenio Morello, Politecnico di Milano
Marialena Nikolopoulou, University of Kent
Elisabetta Palumbo, Università di Bergamo
Anna Pages Ramon, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcellona
Donatella Radogna, Università "G.D'Annunzio" Chieti-Pescara
Rosa Romano, Università degli Studi di Firenze
Antonella Trombadore, Università degli studi di Firenze
Antonella Violano, Università della Campania- Luigi Vanvitelli

Layout Design e Impaginazione
Andrea Pinna

Licenza Creative Commons Internazionale
Non commerciale.Condividi allo stesso modo

@Per i testi: le autrici e gli autori della pubblicazione.

Prima edizione: Settembre 2025
ISBN 978-88-944542-9-1

FiLA Symposium
Le prospettive della filiera della lana
tra tradizione, innovazione e sostenibilità
The perspectives on the Wool Supply Chain
Tradition, Innovation, and Sustainability

29 Settembre 2025
Abbazia Santo Spirito al Morrone - Sulmona (AQ)
Sede del Parco Nazionale della Maiella

Organizzato da | *Organized by*
Osservatorio Nazionale FiLA Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Viale Pindaro, 42 - 65125 Pescara - Italia

https://osservatoriofila.it
https://www.dda.unich.it
https://www.unich.it

Finanziato da | *Founded by*
MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile)
https://www.mics.tech

Sede ospitante e Partner Istituzionale | *Host venue and institutional Partner*
Parco Nazionale della Maiella
https://www.parcomajella.it

Comitato Scientifico | *Scientific Committee*
Laura Boffi, Valentina Ciuffreda, Rossana Gaddi, Luciana Mastrolonardo

Pubblicazione a cura di | *Publication edited by*
Valentina Ciuffreda e Laura Boffi

Comitato organizzativo, logistica e supporto tecnico | *Organizing Committee, logistics, and technical support*
Andrea Di Cinzio, Valeria Lualdi

Progetto grafico della copertina | *Cover design*
Davide Galieri

Si ringrazia sentitamente per il supporto e la collaborazione
We would like to express our sincere gratitude for the support and collaboration

Federica Acerbi, Fondazione MICS | Simone Angelucci, Parco Nazionale della Maiella | Paolo Baldi, Comune di Calascio (AQ) | Alessandro Beduschi, Regione Lombardia | Valeria Befani, Chiù Tessitura | Franco Bianco, Lanificio Fratelli Bianco | Marcel Bisi, Associazione Pro Verzasca | Emanuele Caboni, Factum Srl | Francesca Chiodi, European Commission DG AGRI, Agriculture and Rural Development | Niccolò Cipriani, Rifò | Associazione Coda di Lana | Claudia Comar | Manuela Cozzi, La Porta dei Parchi | Filippo Clemente, Pecore Attive | Giovanni Maria Conti, Politecnico di Milano | Barbara Del Curto, Politecnico di Milano | Rossella Ferretti, Parco Nazionale della Maiella | Paolo Fusero, DdA - Dipartimento Architettura, Università degli Studi G. d'Annunzio - UNICH | Valeria Gallese, Aquilana Lana Italiana | Enza Gioia, Fondazione MICS | Emilio Salvatore Leo, Lanificio Leo | Roberto Liberti, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli | Tiziana Magnacca, Regione Abruzzo | Patrizia Maggia, Agenzia Lane d'Italia | Nunzio Marcelli, Appia - Rete della pastorizia italiana | Gaetano Merlino, Lanificio Merlino | Roberto Merlo, Fondazione MICS | Benedetta Morucci, Lamantera | Ottavia Ricci, Comune di Calascio (AQ) | Zoe Romano | Valentino Sangiorgio, Dipartimento InGeo Università degli Studi G. d'Annunzio - UNICH | Filippo Servalli, Comune di Gandino (BG) | Annalisa Spalazzi, GSSI Gran Sasso Science Institute | Maroussia Terrana, TR2 | Makiko Tsumara, Japan Institute of Design Promotion | Lucio Zazzara, Parco Nazionale della Maiella.

e tutti coloro che in varie occasioni hanno supportato e ispirato l'Osservatorio FiLA
and of all those who have supported and inspired the FiLA Observatory on various occasions.

FiLA - Osservatorio Nazionale fila Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara

Coordinamento Scientifico | *Scientific coordination*
Rossana Gaddi
rossana.gaddi@unich.it

Project Management
Luciana Mastrolonardo

Gruppo di ricerca | *Research group*
Laura Boffi — Mappatura scientifica | *Scientific mapping*
Valentina Ciuffreda — Mappatura della filiera | *Supply chain mapping*

Comunicazione e Data Visualization | *Communication and Data Visualization*
Raffaella Massacesi — Comunicazione e UX Design | *Communication and UX Design*
Davide Galieri — Visual Identity
Simone Giancaspero — Content management
Letizia Michelucci — Social Media Management

Website Development
Suredi - https://www.suredi.it

Gruppo di Ricerca esteso | Design | *Extended Research group | Design*
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Laura Boffi, Massimo Di Nicolantonio, Alessio D'Onofrio, Rossana Gaddi, Davide Galieri, Simone Giancaspero, Antonio Marano, Raffaella Massacesi, Letizia Michelucci, Emilio Rossi

Gruppo di Ricerca esteso Architettura | *Extended Research group Architecture*
Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Giulia Candeloro, Valentina Ciuffreda , Luciana Mastrolonardo, Donatella Radogna

Gruppo di Ricerca esteso Merceologia | *Extended Research group on Product science*
Dipartimento di Economia, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara
Maria Gabriella Iacutone, Andrea Raggi, Raffaella Taddeo

Consulenza tecnica e di filiera | *Technical and supply chain consultancy*
Darlene Sullivan, Filippo Clemente

Info e Contatti | *Info e Contacts*

Sito web
www.osservatoriofila.it

Mail
osservatoriofila@gmail.com
info@osservatoriofila.it

Social media
Instagram - https://www.instagram.com/osservatoriofila/
Facebook - https://www.facebook.com/profile.php?id=61576508242715

FiLA OSSERVATORIO NAZIONALE
Filiera Produzione Sostenibile
LANE AUTOCTONE

FINANZIATO DA

MICS Made in Italy Circolare e Sostenibile
Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani

SEDE OSPITANTE

Parco Nazionale della Maiella
unesco Global Geopark
maiella Geopark

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

UdA
DdA PESCARA
Dipartimento di Eccellenza

A Sergio Foglia Taverna,
e alla sua infinita passione per la lana italiana

INDICE

SUMMARY

L'Osservatorio FiLA come infrastruttura per la (ri)attivazione della filiera della lana 14
Infrastructuring the wool supply chain (re)activation: the FiLA Observatory
Laura Boffi, Valentina Ciuffreda

La lana sotto la lente 34
I suoi sottoprodotti
Wool under the lens
The micro scale and its by products

Lanolina e sostenibilità cosmetica: opportunità, sfide e approcci di eco-design per la valorizzazione dei sottoprodotti della lana 36
Lanolin and cosmetic sustainability: opportunities, challenges, and eco-design approaches to wool by-products valorization
Rosanna Veneziano, Severina Pacifico, Stefano Salzillo

Uso e valorizzazione degli scarti di lana: estrazione della cheratina e applicazioni come biopolimero 43
Use and valorization of wool waste: keratin extraction and its applications as a biopolymer
Claudia Vineis, Vincenzo Guarino

Biotessili elettrofilati a base di cheratina di lana: recenti progressi per applicazioni in vitro 49
Wool Keratin based electrospun biotextiles: recent advances for in vitro applications
Vincenzo Guarino, Claudia Vineis

La lana in contesti inusuali 56
Imballaggio, isolamento e salute
Wool where you least expect it
Packaging, insulation, healthcare

L'uso della lana di pecora in formulazioni adattive per materiali di isolamento termico e processi di produzione artigianali e industriali in una prospettiva di economia circolare 58
Sheep wool's use in adaptive formulations for thermal insulation materials and artisanal and industrial production processes in a circular economy perspective
Daniela Bosia, Carmelina Anna Catania, Lorenzo Savio, Roberto Pennacchio, Tiziano Uriel Monteu Cotto, Angela Lacirignola

Lana. Una fibra naturale intelligente 64
Wool. A natural smart fibre
Angela Morris

Gomitolorosa: nuova vita per la lana nel mondo della salute e del benessere 70
Gomitolorosa: new life for wool in the world of health and wellness
Alberto Costa, Ivana Appolloni, Giuseppina Buzzi

La sostenibilità della lana 78
Gli approcci del design
Wool sustainability
Design approaches

Esplorare il Place-Based Material Driven Design come strategia per amplificare la progettazione e l'uso delle fibre tessili 80
Exploring Place-Based Material Driven Design as a strategy for enhancing resourcefulness in textile fibres
Kirsti Reitan Andersen, Esben Rahbek Gjerdrum Pedersen, Linda Nyvang

Da risorsa sottovalutata a fibra sostenibile di alta qualità: applicazione del framework olistico per la sostenibilità al fine di restituire valore alla lana locale 86
From underutilized resource to premium sustainable fiber: Implementing the holistic sustainability framework to reposition local wool
Wijdan Tawfiq, Shadia Salem

Networking per l'innovazione 96
L'Osservatorio FiLA, hub di connessioni per la sperimentazione territoriale
Networking for innovation
The FiLA Observatory: A Hub of Connections for Territorial Experimentation
Rossana Gaddi, Luciana Mastrolonardo

Bibliografia di riferimento 110
Selected references

Ringraziamenti 119
Acknowledgments

L’Osservatorio FiLA come infrastruttura per la (ri)attivazione della filiera della lana

Laura Boffi, Valentina Ciuffreda

Infrastructuring the wool supply chain (re)activation: the FiLA Observatory

Laura Boffi
Dda Dipartimento di Architettura
Università degli Studi “Gabriele d’Annunzio” Chieti-Pescara
laura.boffi@unich.it
ORCID iD: 0000-0003-4280-5686

Valentina Ciuffreda
Dda Dipartimento di Architettura
Università degli Studi “Gabriele d’Annunzio” Chieti-Pescara
valentina.ciuffreda@unich.it
ORCID iD: 0009-0003-7483-1464

Come trasformare la lana autoctona, attualmente considerata un sottoprodotto di scarto dell’allevamento, in una risorsa di valore economico, sociale ed ecologico?

Questa domanda è alla base del progetto dell’Osservatorio FiLA (Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone), che a partire dal contesto italiano affronta un tema rilevante per molti paesi in tutto il mondo. Il progetto si basa su un approccio orientato al design per esplorare nuove opportunità di utilizzo della lana autoctona italiana, andando oltre l’industria della moda. Lo scopo principale del progetto è quello di attivare filiere alternative della lana attraverso il network favorito dall’Osservatorio e dalla sua mappa interattiva. La mappa interattiva consente agli stakeholder, che vanno dagli allevatori ai laboratori scientifici e agli operatori di settore, di identificare potenziali partner e avviare sinergie capaci di produrre applicazioni innovative nell’utilizzo della lana.

Il Simposio FiLA, a cui è collegata questa pubblicazione, segna l’evento di presentazione dei lavori svolti durante il primo anno del progetto presso il Dipartimento di Architettura dell’Università d’Annunzio di Chieti e Pescara. Il progetto FiLA è stato finanziato dal partenariato MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile), nell’ambito dello Spoke 5 “Fabbriche e processi a ciclo chiuso, sostenibili e inclusive”. Durante il suo primo anno di vita, l’Osservatorio FiLA ha ripercorso e analizzato la filiera della lana, coinvolgendo i suoi stakeholder da una prospettiva locale e integrando gradualmente esperienze internazionali. Ha stabilito connessioni tra regioni italiane, altri paesi e anche tra specifiche razze ovine. In particolar modo, l’Osservatorio ha individuato i settori della ricerca e dell’industria che stanno già sperimentando usi alternativi della lana, tecnologie di produzione innovative e approcci di progettazione basati sul materiale “lana” (Material Driven Design), anche se spesso restano confinati in ambito accademico.

Dai biopolimeri derivati dalla cheratina estratta dalla lana alle nuove metodologie di progettazione, a tutti i prodotti innovativi sviluppati valorizzando le prestazioni fisiche della lana, fino ad arrivare alle più innovative forme di riciclo di scarti tessili della lana, l’Osservatorio FiLA dimostra che le filiere alternative della lana non solo sono possibili, ma stanno già emergendo. Attraverso la sua mappa interattiva, l’Osservatorio mira a promuovere nuove reti tra gli stakeholder e a sostenere lo sviluppo di tali filiere.

Questa pubblicazione raccoglie tutti gli abstract dei contributi presentati durante il simposio finale del progetto e vuole aprire il dibattito sul tema della filiera della lana da un’ampia prospettiva, senza avere alcuna pretesa di essere esaustiva o comprensiva dell’intero lavoro di analisi svolto.

All’inizio di questa pubblicazione viene illustrata la logica che ha guidato lo sviluppo della mappa interattiva e il suo database in continua evoluzione. Particolare attenzione è stata dedicata all’ottimizzazione della strategia di interrogazione della mappa, elaborata tenendo conto delle esigenze di potenziali utenti che consultano e utilizzano la mappa partendo da background eterogenei ed aventi finalità differenti.

La parte centrale della pubblicazione raccoglie i progetti e le esperienze di ricercatori, scienziati, imprenditori e designer invitati a presentare al simposio come relatori.

I loro contributi sono stati organizzati nei seguenti tre capitoli:

* La lana sotto la lente: i suoi sottoprodotti
* La lana in contesti inusuali: imballaggio, isolamento e salute
* La sostenibilità della lana: gli approcci del design

Riunendo queste esperienze, l’Osservatorio mira a mettere in evidenza i potenziali modelli di innovazione che emergono quando la filiera della lana si intreccia con settori inaspettati.

La pubblicazione si conclude con una panoramica sugli esperimenti avviati dall’Osservatorio FiLA e tuttora in corso, che fanno ben sperare sulla bontà del network. Questi esperimenti comprendono la riattivazione della filiera della lana su scala locale e lo sviluppo di prodotti innovativi attraverso la sinergia tra aziende diverse.

La creazione di network per l’impiego della lana: la mappa interattiva

Questa sezione intende presentare il quadro teorico che ha guidato la strutturazione della mappa dell’Osservatorio, evidenziandone gli aspetti più significativi tanto per la costruzione del network tra i soggetti coinvolti, quanto per coloro che studiano la filiera della lana sotto differenti prospettive disciplinari.

La mappa georeferenziata - concepita come strumento open source ed in costante evoluzione - costituisce il nucleo centrale dell'Osservatorio FiLA. Verrà presentata nella sua versione beta in occasione dell'evento conclusivo del progetto e documenta una selezione dei soggetti e delle ricerche raccolte nel primo anno di attività.

La consultazione della mappa è strutturata attraverso un sistema di filtri basato su 12 cluster tematici, emersi dall'analisi della filiera e dei trend innovativi. Tale classificazione deriva sia da un'analisi della letteratura nei settori del design, della tecnologia e delle scienze merceologiche — sia dall'osservazione diretta degli operatori presenti sul territorio italiano ed estero. Sarà possibile selezionare ciascun cluster per visualizzare sulla mappa tutti i soggetti che svolgono attività correlate.

La definizione dei cluster rappresenta un passaggio cruciale per ottimizzare l'esperienza utente sulla piattaforma. I cluster si articolano concettualmente in due macro-categorie:

Attività della filiera tradizionale della lana (dall'allevamento al riciclo post consumo dei prodotti della manifattura):

* preparazione materia prima
* produzione materia prima
* sviluppo prodotto

Attività alternative e complementari alla filiera tradizionale:

* tracciamento della filiera
* macchinari e strumenti per la lavorazione della lana
* usi non tradizionali della lana
* attività di promozione
* attività sperimentali
* empowerment sociale attraverso la lana
* attività legate al turismo
* formazione
* certificazione

Questi cluster, contraddistinti da colori diversi sulla mappa, consentono una prima identificazione degli elementi, che vengono approfonditi in un'altra sezione dell'Osservatorio, attraverso schede dettagliate, raccolte sotto forma di repository.

La mappatura vuole rappresentare uno strumento utile a tutti gli operatori del settore laniero, finalizzato a sviluppare una riflessione sul potenziale economico e culturale di questa risorsa. Il sottoutilizzo della lana e la carenza di attività imprenditoriali volte alla sua trasformazione e valorizzazione hanno generato, infatti, una progressiva marginalizzazione della stessa materia e della sua filiera, determinando il passaggio percettivo da risorsa a rifiuto.

L'analisi della filiera della lana dimostra invece quanto essa sia intimamente connessa al patrimonio culturale ed economico del paesaggio agrosilvopastorale. Per questo motivo, come osserva Magnaghi (2012) «[...] è necessario, affinché si possano dare nuovamente principi e forme di gestione comunitaria del territorio in quanto bene comune, che si sviluppino forme di reidentificazione collettiva con i suoi giacimenti patrimoniali, con l'identità di ciascun luogo, [...] questa crescita può consentire di riattivare consapevolezza, saperi e impegno per la cura del luogo e ricostruire propensioni al produrre, all'abitare, al consumare in forme relazionali, solidali e comunitarie».

Il legame simbiotico tra la lana e il paesaggio non rappresenta esclusivamente un'opportunità di profitto, ma ha raccontato per decenni, e continua a farlo, storie di cura territoriale attraverso l'attività pastorale, produttiva e manifatturiera, garantendo la conservazione delle tradizioni culturali, la sua biodiversità e contribuendo al presidio del territorio.

Lo stesso paesaggio è stato plasmato dalle esigenze di questa filiera, come testimoniano le tracce dei tratturi - rete infrastrutturale della transumanza - riconosciuti dall'UNESCO come patrimonio culturale immateriale dell'umanità.

Una panoramica delle realtà sinora mappate rivela, per la fase iniziale della filiera, una trasformazione delle aziende agricole, in capo alle quali vi sono quelle che si interessano di allevamento e tosa: esse sono sempre più animate dai giovani che le arricchiscono di innovazione, creando un forte radicamento territoriale che parte dalla tradizione e da modelli sostenibili sotto il profilo sociale e ambientale, oltre che economico. Questa riflessione è stata sviluppata a partire dall'analisi di alcune schede di approfondimento, presenti nella repository. Emerge chiaramente il ruolo strategico delle produzioni locali legate alla natura nello sviluppo e nella valorizzazione delle aree marginali, rappresentando strutturalmente il pilastro economico, sociale e culturale più solido e identitario.

La mappa, pertanto, oltre a svolgere la sua funzione primaria di strumento di networking tra operatori di filiera e professionisti del settore, permette interpretazioni trasversali attraverso la lettura della distribuzione territoriale degli attori. Nel contesto nazionale si osserva una maggiore concentrazione di trasformazione della lana, nei diversi settori produttivi, in prossimità dei centri urbani più sviluppati, mentre l'approvvigionamento della materia prima rimane appannaggio quasi esclusivo delle aree rurali. Questa dinamica si manifesta con particolare evidenza in contesti come quello abruzzese.

Per questo promuovere la creazione di micro-filiere diffuse sul territorio, facilitate dall'individuazione del possibile network, assume quindi un significato più ampio che trascende il fattore economico: si generano sinergie tra territori con diversi ritmi di sviluppo economico, produttivo e sociale, tra contesti urbani e contesti urbani e rurali.

I nuovi network che potranno essere generati attraverso la mappa dell'Osservatorio puntano alla diversificazione e consentono di impostare strategie che valorizzino le risorse materiali e immateriali diffuse sul territorio, innovandole pur rimanendo fedeli alla propria identità, operando su nuove modalità di interazione e cooperazione. Si configura così come modello integrato che coniuga aspetti economici, produttivi, ambientali e sociali.

Modelli di innovazione: quando l'uso della lana si intreccia con settori inaspettati

Questa sezione descrive la metodologia che ha portato all'identificazione di modelli di innovazione legati ad usi innovativi della lana.

Nella prima fase del progetto FiLA, una rassegna della letteratura scientifica, di casi studio e dei principali stakeholder all'interno della filiera della lana ha permesso di individuare numerose pratiche innovative legate alla lana e alla sua lavorazione, sia in Italia che all'estero. Tra gli esempi di tali pratiche innovative figurano: la produzione di biopolimeri per il settore medico a partire dalla cheratina della lana (Salama e Guarino, 2022); l'impiego del feltro di lana nella catena del freddo per l'isolamento termico dei prodotti medicali (Morris e Spilsbury, 2016); lo sviluppo di un sistema di lavaggio della lana grezza a ultrasuoni e a bassa temperatura, che riduce l'impatto ambientale (ProVerzasca, s.d.).

Un successivo raggruppamento delle singole pratiche innovative ha rivelato una gremita gamma di trend emergenti legati ad usi alternativi della lana. In primo piano si colloca l'attenzione all'uso della lana nelle sue componenti microscopiche e dei sottoprodotti, che apre la strada a materiali e applicazioni industriali del tutto nuove. Allo stesso tempo, si stanno esplorando modalità di valorizzazione delle lane di qualità non pregiata per trovare impieghi oltre all'abbigliamento. I progressi tecnologici stanno inoltre ridisegnando il settore: nuovi metodi di lavorazione della lana e di produzione dei capi promettono maggiore efficienza, qualità superiore e una produzione più sostenibile. La sostenibilità ambientale resta un forte motore di innovazione. Si stanno sviluppando nuove tecnologie per ridurre l'impatto ambientale del lavaggio della lana sucida e del processo di tintura, concentrandosi sia sull'uso di coloranti naturali sia sulla gestione degli scarti chimici. Si registra inoltre una crescente attenzione verso pratiche agricole e zootecniche rigenerative che incoraggiano gli allevatori a integrare principi di sostenibilità già all'inizio della filiera. In alcuni casi, particolari attività legate alla lana fungono da strumento di empowerment sociale ed economico, creando opportunità concrete per le comunità coinvolte nella produzione, nell'artigianato e nel commercio della lana. Infine, l'attenzione si concentra sulla chiusura del ciclo produttivo nel settore tessile, con innovazioni mirate al riutilizzo e alla rigenerazione delle fibre provenienti da scarti industriali o da indumenti post-consumo, promuovendo un'economia circolare e riducendo complessivamente i rifiuti.

Le pratiche innovative precedentemente individuate sono state poi collegate a (a) il trend di innovazione relativo e (b) la tipologia di innovazione (di prodotto, ambientale e/o sociale). Ad esempio, la pratica innovativa relativa alla produzione di biopolimeri per il settore medico a partire dalla cheratina della lana è stata ricondotta al trend "Utilizzare la lana per le sue micro-componenti e i suoi sottoprodotti" e, al contempo, a un'innovazione sia di prodotto sia ambientale. Infatti, questa specifica pratica innovativa rappresenta un'innovazione di prodotto nel settore medico, in quanto prevede lo sviluppo di un nuovo biopolimero derivato dalla cheratina della lana; allo stesso tempo, costituisce un'innovazione ambientale nell'industria della lana, poiché la cheratina viene estratta utilizzando liquidi ionici, riducendo così l'impatto ambientale del processo di estrazione.

Questa metodologia ha rivelato che usi non convenzionali della lana possono portare a differenti tipologie di innovazione sia all'interno della stessa filiera della lana, sia in altri settori industriali, come nel caso del settore medico per i biopolimeri (Fig. 1). Oltre all'industria della lana, l'Osservatorio FiLA ha evidenziato altri 10 settori industriali che hanno beneficiato degli usi, per lo più inusuali, della lana: settore biomedico; settore farmaceutico/cosmetico; agricoltura; ingegneria ambientale; settore tessile; turismo; edilizia; arredamento; moda; benessere.

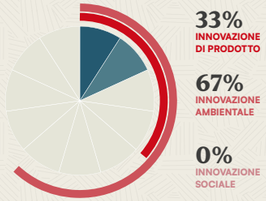
All'interno dell'Osservatorio FiLA, si definisce modello di innovazione la convergenza di (1) trend, (2) tipologia di innovazione e (3) pratica innovativa. Inoltre, ad ogni modello di innovazione sono associati uno o più attori (ad es. imprese, laboratori di ricerca, comunità). Ad esempio, la pratica innovativa relativa alla produzione di biopolimeri per il settore medico a partire dalla cheratina della lana costituisce un modello di innovazione, poiché corrisponde al trend "Utilizzare la lana per le sue micro-componenti e i suoi sottoprodotti" e intercetta l'innovazione di prodotto e l'innovazione ambientale.

Ogni frammento di filiera è un potenziale nuovo punto di partenza

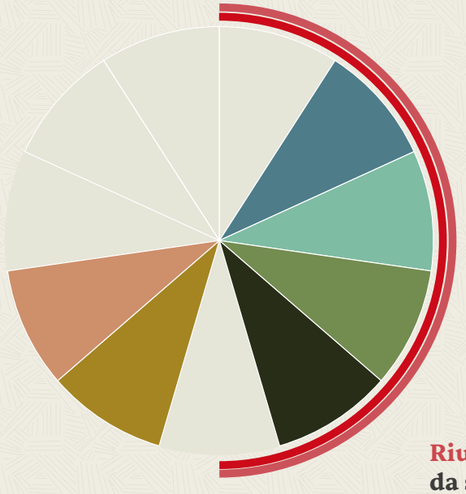
Nella parte centrale di questa pubblicazione, diversi modelli di innovazione, emersi dal primo anno di ricerche FiLA, sono presentati al fine di ispirare la sperimentazione di filiere alternative della lana a partire dall'uso dell'Osservatorio e della sua mappa interattiva. Le tre tematiche affrontate nei capitoli centrali rappresentano solo una parte dei trend delle innovazioni possibili. Pur non restituendo il quadro esaustivo, oggetto della ricerca condotta nel primo anno e tuttora in corso dall'Osservatorio FiLA, ne individuano degli esempi rappresentativi. Attraverso le eterogenee esperienze sull'uso della lana di scienziati e professionisti intendiamo suggerire che le innovazioni nella filiera laniera possano essere latenti all'interno dei vari frammenti della catena, attualmente sparsi, e quasi sospesi nelle loro attività, in tutta Italia.

I trend emergenti

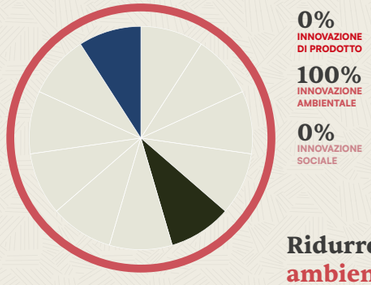
Considerare la lana per i suoi componenti "micro" e i suoi sottoprodotti



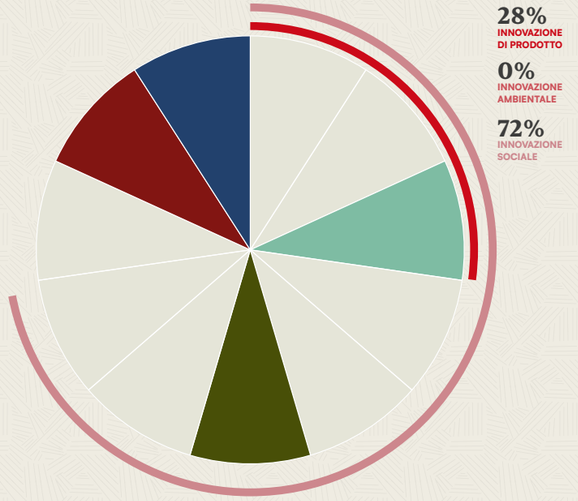
Valorizzare la lana non pregiata come materia prima per usi diversi dall'abbigliamento



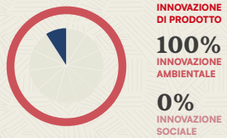
Ridurre l'impatto ambientale della fase di lavaggio della lana sucida



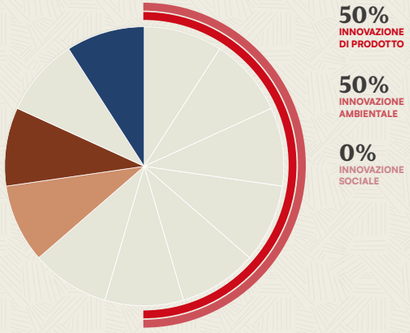
Attivare dinamiche di empowerment sociale ed economico attraverso attività legate alla lana



Ridurre l'impatto ambientale della fase di tintura della lana

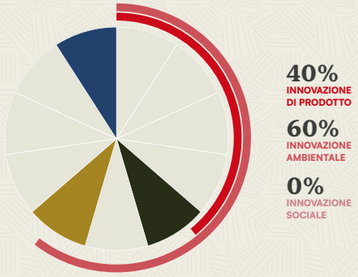


Sperimentare nuove tecnologie per la lavorazione della lana e confezione di capi in lana



Incentivare l'adozione di standard di agricoltura ed allevamento rigenerativi tra i produttori di lana

Riuso di fibre tessili da scarti industriali o abbigliamento post-consumo



- INNOVAZIONE NELLA **FILIERA DELLA LANA**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE **BIOMEDICALE**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE **FARMACEUTICO/COSMETICO**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE **AGRARIO**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE DELL'**INGEGNERIA AMBIENTALE**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE **TESSILE**

settori interessati da innovazioni

- INNOVAZIONE NEL SETTORE **TURISTICO**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE **EDILE**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE DELL'**ARREDAMENTO**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE DELLA **MODA**
- INNOVAZIONE NEL SETTORE DEL **BENESSERE**

Figura 1
Trend e settori produttivi interessati dalle innovazioni (elaborazione dei dati e data viz a cura dell'Osservatorio FiLA)

L'Osservatorio FiLA è stato concepito come infrastruttura digitale per stimolare curiosità, responsabilità ambientale e sociale, tutela della biodiversità e coinvolgimento territoriale e culturale tra tutti gli attori interessati a partecipare al dibattito sulla lana. Allo stesso modo, la mappa interattiva rappresenta lo strumento principale dell'Osservatorio, attraverso cui la curiosità prende forma grazie agli incontri tra attori, mentre tutti gli altri fattori sopra menzionati si concretizzano nella sperimentazione di nuove filiere della lana.

Con questa pubblicazione invitiamo gli attori di filiera ad uscire dalla proprio zona di comfort e consuetudini relative alla lana, sospendere qualsiasi scetticismo sul futuro della lana e abbracciare gli esperimenti e gli studi dei prossimi capitoli su cheratina, lanolina, packaging, pecore norvegesi e molti altri modelli di innovazione presentati più avanti.

Attribuzioni

Benché il presente lavoro sia frutto di riflessioni e analisi condivise tra tutti gli autori, è possibile attribuire la stesura dei singoli paragrafi come segue: Laura Boffi e Valentina Ciuffreda hanno curato la stesura del paragrafo "Come trasformare la lana autoctona, attualmente considerata un sottoprodotto di scarto dell'allevamento, in una risorsa di valore economico, sociale ed ecologico?" e di "Ogni frammento di filiera è un potenziale nuovo punto di partenza"; Valentina Ciuffreda ha redatto la sezione "La creazione di network per l'impiego della lana: la mappa interattiva"; Laura Boffi ha sviluppato il paragrafo "Modelli di innovazione: quando l'uso della lana si intreccia con settori inaspettati". Entrambe le autrici hanno contribuito alla revisione finale del contributo.

How might we turn local wool, currently considered a livestock by- product waste, into a resource of economic, social and ecological value?

Drawing from the Italian context, the FiLA project tackles this question, which is relevant to many countries worldwide. FiLA project builds on a design-driven approach to explore new opportunities for using local wool beyond the fashion industry. A key goal is to activate alternative wool supply chains through the development of the National Observatory of Autochthonous Wool and its interactive map. This tool allows stakeholders—from wool growers to scientific labs and industry players—to identify potential partners and initiate collaborations focused on innovative wool applications.

The FiLA Symposium marks the concluding event of the first year of the FiLA project, developed at the University D'Annunzio Chieti-Pescara, and funded by MICS under the program Circular and sustainable Made in Italy - Closed-loop, sustainable, and inclusive factories and processes (Spoke 5).

During its first year, FiLA Observatory retraced the wool supply chain, engaging with its stakeholders from a local perspective and gradually integrating international experiences. It established links between Italian regions, other countries and specific breeds of sheep. Most importantly, the Observatory identified research and industry sectors that are already experimenting with alternative uses for wool, innovative production technologies and material-driven design approaches, though these efforts remain largely isolated. From biopolymers derived from wool keratin to new design methodologies, the FiLA Observatory demonstrates that alternative wool supply chains are not only possible, but also already emerging. Through its interactive map, the Observatory aims to foster new networks among stakeholders and support the development of supply chains around wool.

This publication compiles all the abstracts of the papers presented at the FiLA symposium and seeks to initiate a discussion on the wool supply chain from a broad perspective, without any claim to exhaustiveness.

At the beginning of this publication, you will be introduced to the rationale behind the development of the interactive map and its growing database. A particular focus will be given to the optimization of the query strategy, which was crafted from the perspective of heterogeneous stakeholders who may consult and use the map with very diverse background in the wool supply chain, as well as with different purposes in mind.

The core of this publication will be dedicated to share and discuss wool-related projects and experiments presented by an invited group of researchers, scientists, entrepreneurs, and designers.

Their contributions will be organized into three chapters:

* Wool Under the Lens: Wool at a Micro Scale and Wool By-Products
* Wool Where You Least Expect It: Packaging, Insulation, and Healthcare
* Wool Sustainability: Design Approaches

By bringing these experiences together, we aim to highlight potential innovation models that emerge when wool intersects with unexpected sectors.

The publication will conclude with an overview of the ongoing experiments launched by the FiLA Observatory, presented as examples of potential reactivation of the wool supply chain across different regions of Italy.

Scaffolding wool networks: the interactive map

This section aims to present the theoretical framework that guided the development of the Observatory map, highlighting the most significant aspects both for the construction of the network among the stakeholders involved and for those studying the wool supply chain from different disciplinary perspectives.

The georeferenced map—designed as an open-source and continuously evolving tool—constitutes the core of the FiLA Observatory. Its initial version will be presented at the project's concluding event and documents a selection of the stakeholders and research gathered during the first year of activity.

The use of the map is organized through a filtering system based on 12 thematic clusters, identified through an analysis of the supply chain and emerging innovation trends. This classification derives both from a literature review in the fields of design, technology, and commodity sciences, and from direct observation of stakeholders active in Italy and abroad. Each cluster can be selected to display on the map all the actors engaged in related activities.

The definition of these clusters represents a crucial step in optimizing the user experience on the platform. Conceptually, the clusters are divided into two macro-categories:

Activities within the traditional wool supply chain (from breeding to post-consumer recycling of manufactured products):

* Raw material preparation
* Raw material production
* Product development

Alternative and complementary activities to the traditional supply chain:

* Supply chain tracking
* Machinery and tools for wool processing
* Non-traditional uses of wool
* Promotional activities
* Experimental activities
* Social empowerment through wool
* Tourism-related activities
* Training
* Certification

These clusters, distinguished by different colors on the map, allow for an initial identification of the elements, which are further explored in another section of the Observatory through detailed profiles, compiled in the form of a repository.

The mapping aims to serve as a useful tool for all stakeholders in the wool sector, intended to foster reflection on the economic and cultural potential of this resource. Indeed, the underutilization of wool, coupled with the lack of entrepreneurial initiatives focused on its processing and enhancement, has led to the progressive marginalization of both the material and its supply chain, resulting in a perceptual shift from resource to waste.

The analysis of the wool supply chain, however, highlights its deep connection to the cultural and economic heritage of the agro-silvo-pastoral landscape. For this reason, as Magnaghi (2012) observes, "[...] it is necessary, in order to re-establish principles and forms of community-based management of the territory as a common good, to foster forms of collective re-identification with its heritage resources, with the identity of each place, [...] this growth can help reactivate awareness, knowledge, and commitment to the care of the territory, and to rebuild propensities for producing, inhabiting, and consuming in relational, solidarity-based, and community-oriented forms."

The symbiotic relationship between wool and the landscape does not represent merely an opportunity for profit; for decades it has told, and continues to tell, stories of territorial stewardship through pastoral, productive, and manufacturing activities, ensuring the preservation of cultural traditions, safeguarding biodiversity, and contributing to the protection of the territory.

The very landscape itself has been shaped by the needs of this supply chain, as evidenced by the traces of the tratturi—the infrastructural network of transhumance—recognized by UNESCO as an Intangible Cultural Heritage of Humanity.

An overview of the entities mapped so far reveals, in the initial stage of the supply chain, a transformation of agricultural enterprises, particularly those involved in livestock breeding and shearing. These farms are increasingly driven by young people who bring innovation, fostering a strong territorial rootedness that draws on tradition and sustainable models—socially, environmentally, and economically. This insight emerged from the analysis of selected detailed profiles available in the repository. The strategic role of local, nature-based productions in the development and enhancement of marginal areas is clearly evident, representing structurally the most solid and identity-defining economic, social, and cultural pillar.

The map, therefore, in addition to fulfilling its primary role as a networking tool among supply chain operators and industry professionals, also enables cross-cutting interpretations through the analysis of the territorial distribution of actors. At the national level, a higher concentration of wool processing activities across various production sectors can be observed in proximity to more developed urban centers, while the sourcing of raw material remains an almost exclusive prerogative of rural areas. This dynamic is particularly evident in contexts such as that of Abruzzo.

For this reason, promoting the creation of micro-supply chains distributed across the territory—facilitated by the identification of potential networks—takes on a broader significance that transcends the purely economic dimension: it fosters synergies between areas with different paces of economic, productive, and social development, bridging urban and rural contexts.

The new networks that may be generated through the Observatory map are geared toward diversification. They make it possible to design strategies that enhance both the tangible and intangible resources spread across the territory, fostering innovation while remaining faithful to local identity, and encouraging new forms of interaction and cooperation. In this way, it takes shape as an integrated model that brings together economic, productive, environmental, and social dimensions.

Innovation models: when wool use intersects with unexpected sectors

In this section, we describe the methodology that led to the identification of several innovation models involving innovative uses of wool.

At the beginning of the FiLA project, a review of the scientific literature, case studies, and key stakeholders within the wool value chain allowed to identify numerous innovation practices related to wool and its processing, both in Italy and abroad. Examples of such innovation practices include: the production of biopolymers for the medical sector from wool keratin (Salama and Guarino, 2022); the use of wool felt in the cold chain for the thermal insulation of medical products (Morris and Spilsbury, 2016); the development of an ultrasound- and low-temperature-based system for washing raw wool that reduces environmental impact (ProVerzasca, n.d.); among others.

A subsequent clustering of the individual innovation practices revealed a fascinating landscape of emerging trends. At the forefront is a focus on fully exploiting wool—not only its fibers but also its microscopic components and by-products—paving the way for entirely new materials and industrial applications. At the same time, innovators are exploring ways to elevate the value of lower-grade wool, finding uses beyond conventional clothing and opening new market avenues. Advances in technology are also reshaping the field: new methods for processing wool and manufacturing garments promise greater efficiency, higher quality, and more sustainable production. Environmental sustainability remains a strong driver of change. Efforts to reduce the impact of greasy wool scouring and the wool dyeing process are gaining traction, addressing both resource use and chemical waste. Beyond wool processing, there is a growing emphasis on regenerative agriculture and livestock practices, encouraging wool growers to embed sustainability at the very start of the value chain. Wool-related activities are also being leveraged to foster social and economic empowerment, creating meaningful opportunities for the communities involved in production, craft, and trade. Finally, attention is turning toward closing the loop in the textile industry, with innovations focused on reusing fibers from industrial waste or post-consumer clothing, promoting a circular economy and reducing overall waste.

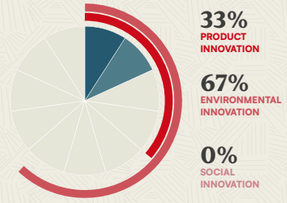
The previously identified innovation practices were then linked to (a) the relevant innovation trend, and (b) the type of innovation carried out -product, environmental, and/or social innovation. For instance, the innovation practice concerning the production of biopolymers for the medical sector from wool keratin was connected to the trend “Exploiting wool for its micro components and its by-products” and (b) both product and environmental innovation. Infact, that specific innovation represents a product innovation within the medical sector, as it involves the development of a novel biopolymer derived from wool keratin; at the same time, it constitutes an environmental innovation within the wool industry, as keratin is extracted using ionic liquids, thereby reducing the environmental impact.

This methodology has revealed that unconventional uses of wool can lead to different types of innovation both within the wool supply chain itself and in other industrial sectors, such as the medical sector in the case of biopolymers (Fig. 1). Beyond the wool industry, the FiLA Observatory has highlighted 10 other industrial sectors that have benefited from the mostly unusual uses of wool: biomedical; pharmaceutical/cosmetic; agriculture; environmental engineering; textile; tourism; building; furniture; fashion; wellbeing.

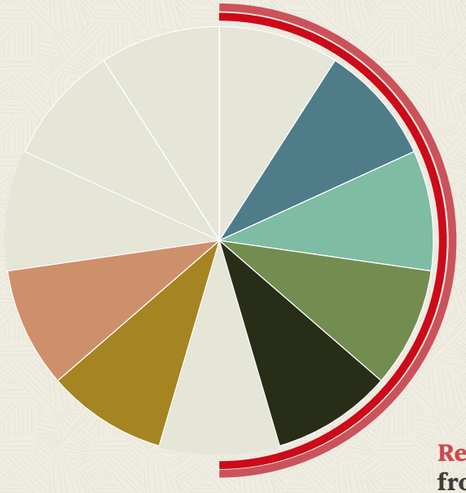
Within the FiLA Observatory, an innovation model is defined as each specific convergence of (1) trend, (2) type of innovation, and (3) innovation practice. Moreover, each innovation model is associated with one or more actors (e.g., companies, research labs, communities). For example, the identified innovation practice concerning the production of biopolymers for the medical sector from wool keratin constitutes an innovation model, as it corresponds to trend “Exploiting wool for its micro components and its by-products” and combines both product innovation and environmental innovation.

Emerging trends

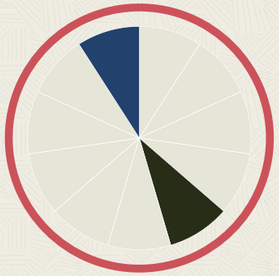
Exploiting wool for its “micro” components and its by-products



Enhancing the value of lower-grade wool as a raw material for uses beyond clothing

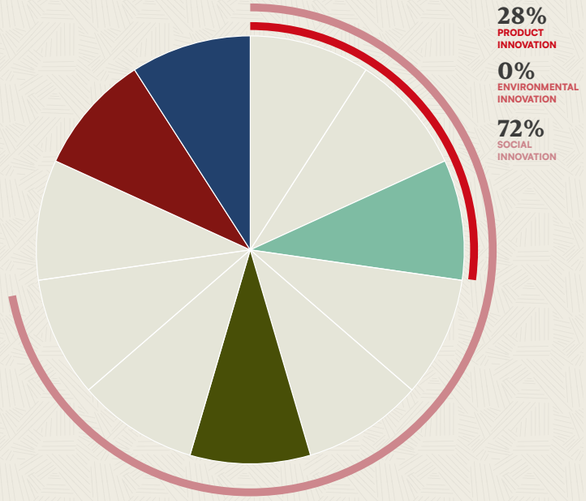


Reducing the environmental impact of the greasy wool scouring process

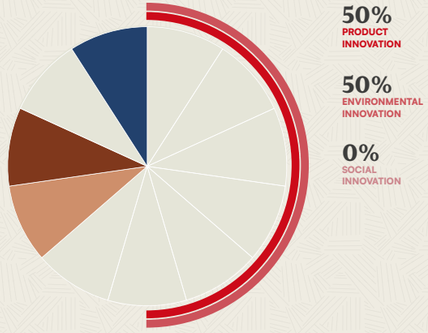


Reducing the environmental impact of the wool dyeing process

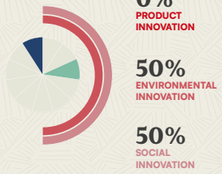
Fostering social and economic empowerment dynamics through wool-related activities



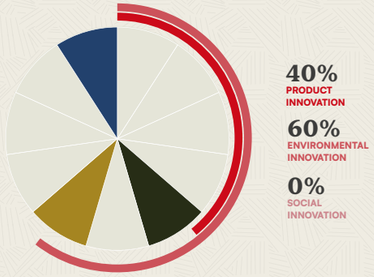
Experimenting with new technologies for wool processing and wool garment manufacturing



Encouraging the adoption of regenerative agriculture and livestock farming standards among wool growers



Reusing textile fibers from industrial waste or post-consumer clothing



- INNOVATION IN THE **WOOL SUPPLY CHAIN**
- INNOVATION IN THE **BIOMEDICAL** SECTOR
- INNOVATION IN THE **PHARMA/COSMETICS SECTOR**
- INNOVATION IN **AGRICULTURE**
- INNOVATION IN **ENVIRONMENTAL ENGINEERING**
- INNOVATION IN **TEXTILES**

Sectors interested by innovation

- INNOVATION IN **TOURISM**
- INNOVATION IN THE **BUILDING** SECTOR
- INNOVATION IN **FURNITURE**
- INNOVATION IN **FASHION**
- INNOVATION IN THE **WELLBEING** SECTOR

Figure 1
Trends and sectors interested by innovation (data analysis and infographic by FiLA Observatory)

May any fragment be a new starting point

In the core part of the publication, we draw on several innovation models that have emerged from FiLA's first year research to pave the way toward alternative wool supply chains which could be enabled in the next future by the establishment of the Observatory and its interactive map.

The three themes discussed in the central chapters represent only a part of the possible innovation trends. While they do not provide a comprehensive picture— which is indeed the focus of the research carried out in the first year and still ongoing at the FiLA Observatory—they highlight representative examples.

By bringing together a heterogeneous group of scientists and practitioners, we aim to suggest that innovations in the wool supply chain may lie latent within the various chain fragments that are currently scattered — and almost suspended — across Italy.

FiLA Observatory has been conceived as a digital infrastructure designed to foster curiosity, environmental and social responsibility, biodiversity stewardship, and territorial as well as cultural attachment among all actors interested in engaging in the wool discourse. Similarly, the interactive map is the Observatory's primary tool through which curiosity is enacted through encounters of actors and all the other aforementioned drivers get embodied into new wool experimentations.

Through this publication, we invite you to move beyond your *woolen* comfort zone, suspend any disbelief regarding the future of wool, and embrace next chapters' experiments and studies on wool keratin, lanolin, packaging, Norwegian sheeps, among other innovation models presented later.

May any fragment of the wool supply chain be a new starting point!

Acknowledgements

Although this work is the result of shared reflections and analysis among all authors, the writing of individual sections can be attributed as follows: Laura Boffi and Valentina Ciuffreda wrote "How might we turn local wool, currently considered a livestock by- product waste, into a resource of economic, social and ecological value?" and "May any fragment be a new starting point"; Valentina Ciuffreda developed the section "Scaffolding wool networks: the interactive map"; Laura Boffi developed the section "Innovation models: when wool use intersects with unexpected sectors". Both authors contributed to the final revision of the chapter.

Bibliografia | *References*

Barbera, F., Cersosimo, D. and De Rossi, A. (eds) (2022), Contro i Borghi — Il Belpaese che dimentica i paesi, Donzelli Editore, Roma.

Gaddi R., Mastrolonardo L. (2023). The energy of internal areas: a systemic approach in Taranta Peligna. TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment, (26), 142—150.

Magnaghi, A. (2012) Il territorio bene comune, Firenze: Firenze University Press

Morris, A. and K. Spilsbury. (2016). Commercialisation of a natural material wool: A bio-based PCM, Green Materials, 4(GMAT2), pp. 89—97.

ProVerzasca. (n.d.). Retrieved september 18, 2025, from https://www.proverzasca.ch/

Salama, A., and Guarino, V. (2022). Ionic liquids to process silk fibroin and wool keratin for bio-sustainable and biomedical applications. Journal of Polymers and the Environment, 30(12), 4961—4977. https://doi.org/10.1007/s10924-022-02592-1

La lana sotto la lente
I suoi sottoprodotti

Questo capitolo esplora il tema della lana da una prospettiva insolita: partendo dalla scala microscopica della singola fibra di lana e dei sottoprodotti che possono essere estratti da essa. A livello microscopico, la lana è composta principalmente da cheratina.
Gli scienziati del CNR (Guarino, Vineis) illustrano l'utilizzo della cheratina nella creazione di biopolimeri con applicazioni nel settore medico.
Parallelamente, viene affrontato il tema della lanolina, il grasso secreto dalla pelle delle pecore che si accumula sul vello. Un team interdisciplinare dell'Università Vanvitelli (Veneziano, Pacifico, Salzillo) descrive la propria esperienza sulle sfide ambientali connesse all'estrazione della lanolina e sugli studi sulle sue potenziali applicazioni, partendo da un approccio di progettazione sistemica per ripensare i processi industriali.

Wool under the lens
The micro scale and its by-products

This chapter explores wool from an unusual perspective: the microscopic scale of a single wool fiber, as well as the by-product associated with vellum. At a micro scale, wool is primarily composed of keratin protein. Scientists from CNR (Guarino, Vineis) describe how they have been using keratin to create biopolymers with applications in the medical sectors.
Meanwhile, the grease secreted by sheep's skin—lanolin—accumulates on the vellum. An interdisciplinary team from Vanvitelli University (Veneziano, Pacifico, Salzillo) is addressing the environmental challenges of lanolin extraction and investigating its potential applications, through a systemic design approach to rethink industrial processes.

Lanolina e Sostenibilità Cosmetica

Opportunità, Sfide e Approcci di Eco-Design per la Valorizzazione dei Sottoprodotti della Lana

Lanolin and Cosmetic Sustainability

Opportunities, Challenges, and Eco-Design Approaches to Wool By-Products Valorization

Rosanna Veneziano
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"
Rosanna.veneziano@unicampania.it
ORCID iD: 0000-0001-6973-6559

Severina Pacifico
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"
Severina.pacifico@unicampania.it
ORCID iD: 0000-0002-3804-9809

Stefano Salzillo
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"
Stefano.salzillo@unicampania.it
ORCID iD: 0009-0001-1941-4399

Parole chiave
Lanolina, sottoprodotto, sostenibilità cosmetica, innovazione tecnologica, circolarità.

Keywords
Lanolin, by-product, cosmetic sustainability, technological innovation, circularity.

Abstract

ITA

Quali sono i vantaggi e gli aspetti critici legati all'uso della lanolina nel settore cosmetico? Il loro potenziale è evidente all'interno di una filiera sostenibile della lana locale. Il testo intende sottolineare le opportunità offerte dalla valorizzazione di questo sottoprodotto, promuovendo al contempo una riflessione critica sulle condizioni necessarie affinché il suo impiego si traduca in soluzioni realmente sostenibili e replicabili.

La *lanolina* è una cera naturale secreta dalle ghiandole sebacee delle pecore e recuperata come sottoprodotto durante il lavaggio della lana. Storicamente associata ai processi di *lavaggio della lana*, ha trasformato un materiale un tempo considerato scarto in un ingrediente funzionale, ampiamente utilizzato in cosmetica per la sua capacità di trattenere l'umidità e formare una barriera protettiva (*Sengupta & Behera*, 2014).

Negli ultimi anni, il rinnovato interesse per gli ingredienti naturali e le pratiche di economia circolare ha posto la *lanolina* al centro della ricerca come esempio di sottoprodotto valorizzato in modo sostenibile *(Popescu et al*., 2024; *Martin*, 2021). Dal punto di vista chimico, la *lanolina* è una miscela complessa di lipidi, composta per oltre il 95% da esteri di acidi grassi a lunga catena e alcoli alifatici o *sterolici*, con frazioni minori di acidi grassi liberi, alcoli liberi e idrocarburi (*Sengupta & Behera*, 2014). Questa composizione le consente di assorbire fino a 2—3 volte il proprio peso in acqua, formando emulsioni stabili e agendo come efficace emolliente e agente rigenerante della barriera cutanea. Queste proprietà spiegano il suo ampio utilizzo in prodotti cosmetici e dermatologici, sia come agente idratante e protettivo intensivo, sia come veicolo per ingredienti attivi lipofili. Le sue caratteristiche emollienti e filmogene la rendono ideale per creme, lozioni, balsami e unguenti per pelli secche, sensibili o danneggiate, contribuendo a ridurre la *perdita d'acqua transepidermica* e migliorare morbidezza ed elasticità cutanea (*Pavlou et al*., 2021).

La presenza di steroli e alcoli triterpenici conferisce effetti rigeneranti e antinfiammatori, mentre la capacità di formare emulsioni stabili garantisce una buona distribuzione degli attivi nella formulazione, aumentando biodisponibilità ed efficacia. La *lanolina* è inoltre compatibile con diversi tipi di pelle, anche le più delicate, e può essere combinata con tensioattivi, oli vegetali ed estratti naturali senza compromettere la stabilità del prodotto, riducendo il rischio di separazione o ossidazione durante la conservazione. Il suo uso topico è particolarmente raccomandato per la prevenzione e il trattamento delle ragadi al seno nelle donne in allattamento, offrendo protezione e idratazione senza necessità di rimozione prima della poppata (*Danielle et al.*, 2022). La qualità, il colore, l'odore e il gusto della *lanolina* possono variare in base al livello di raffinazione, ma nuove tecnologie verdi di estrazione e purificazione a monte permettono di superare i tradizionali processi ad alta intensità energetica, riducendo la potenziale allergenicità e producendo un prodotto più puro e sicuro (*WDS Project*, 2022).

Oltre ai benefici funzionali, la lanolina rappresenta una risorsa di alto valore, consentendo la valorizzazione di un sottoprodotto che altrimenti verrebbe classificato come rifiuto speciale e smaltito. Inoltre, è stata indicata come valido sostituto dell'*olio di cocco* in alcune applicazioni cosmetiche, offrendo potenziali

vantaggi ambientali e riducendo la dipendenza da ingredienti vegetali soggetti a forte pressione produttiva (*Wiedemann et al*., 2019).

Nonostante queste opportunità, la *lanolina* presenta sfide significative. La qualità del materiale varia in base alla razza ovina, alle condizioni di allevamento e ai metodi di lavaggio, complicando la standardizzazione industriale (*Popescu et al.*, 2024). I processi di estrazione tradizionali sono ad alta intensità energetica e generano effluenti con elevato carico organico, con un consumo d'acqua stimato tra 10 e 50 m^3 per tonnellata di lana grezza e valori di COD tra 40 e 60 kg/ton, che richiedono ulteriori trattamenti (*Wiedemann et al*., 2020; *Aissani et al*., 2022). Altri studi stimano circa 17 litri di effluente per chilogrammo di lana pulita, con valori di COD tra 0,3 e 2,4 kg (*Bech et al.*, 2019; *Wiedemann et al.*, 2019). Tecniche innovative, come l'*estrazione a ultrasuoni*, l'*estrazione con fluidi supercritici*, o *metodi a secco*, possono ridurre significativamente il consumo di acqua ed energia, permettendo il recupero fino al 95% della *lanolina* come sottoprodotto valorizzato (*WDS Project*, 2022). Questi approcci producono anche un materiale più puro, stabile e sicuro dal punto di vista cosmetico, conforme agli standard normativi internazionali (*CIR Expert Panel*, 2024).

Gli aspetti critici della *lanolina* sono anche socio-culturali ed etici. Sebbene sia un sottoprodotto inevitabile della tosatura, la lanolina è di origine animale: in un mercato sempre più orientato verso prodotti *"vegan-friendly"*, questo ne limita l'accettabilità (*Johnson et al*., 2023). Inoltre, molti allevatori percepiscono la lana come un costo anziché una risorsa, marginalizzando economicamente le lane locali e riducendo il potenziale di riutilizzo (*Patel et al*., 2025). Di conseguenza, un materiale dalle grandi potenzialità rimane vincolato da limiti produttivi, culturali e percettivi.

L'*eco-design* offre strumenti per affrontare queste contraddizioni, spostando l'attenzione dal singolo ingrediente al sistema socio-tecnico che lo produce. La *valutazione del ciclo di vita* consente di mappare gli impatti lungo l'intero ciclo, evidenziando come i benefici della *lanolina*, come idratazione, bioattività, veicolazione degli attivi e sicurezza cosmetica, possano essere compromessi da processi estrattivi inefficienti o ad alta intensità energetica (*Wiedemann et al.*, 2020). L'approccio progettuale consente di valutare la *lanolina* non solo come ingrediente *"naturalmente sostenibile"*, ma come nodo all'interno di una rete di attori, pratiche e valori, dove la sostenibilità dipende da efficienza tecnica, dinamiche socio-economiche, sensibilità etica e capacità di rigenerare le economie locali (*Camilli et al*., 2025).

In sintesi, la *lanolina* rappresenta una risorsa strategica per il settore cosmetico e per la valorizzazione delle lane locali, ma la sua reale sostenibilità non è garantita a priori. Richiede un approccio multidisciplinare che integri competenze chimiche e progettuali affinché la valorizzazione del sottoprodotto si traduca in modelli produttivi circolari e socialmente responsabili. Solo affrontando criticamente *variabilità qualitativa, gestione degli impatti, bioattività, stabilità formulativa, riduzione dell'allergenicità e questioni etiche*, la *lanolina* può diventare un esempio concreto di rigenerazione sistemica, capace di coniugare innovazione tecnologica, identità territoriale e sostenibilità socio-ambientale.

Abstract *ENG*

The aim of this contribution is to discuss the advantages and critical aspects related to the use of *lanolin* in the cosmetic sector, highlighting its potential within the context of a sustainable supply chain for local wool. Through a multidisciplinary approach that integrates chemical sciences with *eco-design* principles, this text aims to emphasize the opportunities offered by the valorization of this by-product, while also advancing a critical reflection on the conditions necessary for its use to translate into truly sustainable and replicable solutions.

Lanolin is a natural wax secreted by the sebaceous glands of sheep and recovered as a by-product during wool washing. Historically associated with *wool scouring* processes, it has transformed a material once considered waste into a functional ingredient, widely used in cosmetics for its ability to retain moisture and form a protective barrier (*Sengupta & Behera, 2014*). In recent years, renewed interest in natural ingredients and circular economy practices has positioned *lanolin* at the center of research as an example of a by-product valorized in a sustainable way (*Popescu et al., 2024; Martin, 2021*). From a chemical perspective, *lanolin* is a complex mixture of lipids, composed of over 95% long-chain fatty acid esters and aliphatic or *sterolic* alcohols, with minor fractions of free fatty acids, free alcohols, and hydrocarbons (*Sengupta & Behera, 2014*). This composition allows it to absorb up to 2—3 times its own weight in water, forming stable emulsions and acting as an effective emollient and barrier-regenerating agent. These properties explain its widespread use in cosmetic and dermatological products, both as an intensive moisturizing and protective agent, and as a carrier for lipophilic active ingredients. Its emollient and film-forming characteristics make it ideal for creams, lotions, balms, and ointments for dry, sensitive, or damaged skin, helping to reduce *transepidermal water loss* and improve skin softness and elasticity (*Pavlou et al., 2021*). The presence of sterols and triterpenic alcohols provides regenerative and anti-inflammatory effects, while its ability to form stable emulsions ensures good distribution of active ingredients within the formulation, increasing their bioavailability and efficacy. *Lanolin* is also compatible with different skin types, including the most delicate, and can be combined with surfactants, vegetable oils, and natural extracts without compromising product stability, reducing the risk of separation or oxidation during storage. Its topical use is particularly recommended for the prevention and treatment of nipple cracks in breastfeeding women, providing protection and hydration without the need for removal before feeding (*Danielle et al., 2022*). The quality, color, odor, and taste of *lanolin* can vary depending on the level of refinement, but new green extraction and upstream purification technologies allow traditional energy-intensive processes to be bypassed, reducing potential allergenicity and producing a purer and safer product (*WDS Project, 2022*). In addition to its functional benefits, lanolin represents a high-value resource, enabling the valorization of a by-product that would otherwise be classified as special waste and discarded. Moreover, it has been indicated as a valid substitute for *coconut oil* in certain cosmetic applications, offering potential environmental benefits and reducing dependence on plant-based ingredients under high production pressure (*Wiedemann et al., 2019*).

Despite these opportunities, *lanolin* presents significant challenges. The quality of the material varies depending on sheep breed, rearing conditions, and washing methods, complicating industrial standardization (*Popescu et al., 2024*). Traditional extraction processes are energy-intensive and generate effluents with high organic load, with water consumption estimated between 10 and 50 m^3 per ton of raw wool and COD values between 40 and 60 kg/ton, requiring further treatment (*Wiedemann et al., 2020; Aissani et al., 2022*). Other studies estimate approximately 17 liters of effluent per kilogram of clean wool, with COD values ranging from 0.3 to 2.4 kg (*Bech et al., 2019; Wiedemann et al., 2019*). Innovative techniques, such as *ultrasound extraction*, *supercritical fluid extraction*, or *dry methods*, can significantly reduce water and energy consumption, allowing recovery of up to 95% of *lanolin* as a valorized by-product (*WDS Project, 2022*). These approaches also produce a purer, more stable, and cosmetically safe material, compliant with international regulatory standards (*CIR Expert Panel, 2024*).

The critical aspects of *lanolin* are also socio-cultural and ethical. Although it is an unavoidable by-product of shearing, *lanolin* is of animal origin: in a market increasingly oriented towards *"vegan-friendly"* products, this limits its acceptability (*Johnson et al., 2023*). Moreover, many farmers perceive wool as a cost rather than a resource, economically marginalizing local wools and reducing the potential for reuse (*Patel et al., 2025*). Consequently, a material with great potential remains constrained by production, cultural, and perception limits.

Eco-design provides tools to address these contradictions, shifting the focus from the single ingredient to the socio-technical system that produces it. *Life Cycle Assessment* allows the mapping of impacts along the entire life cycle, highlighting how the benefits of *lanolin*, such as hydration, bioactivity, active ingredient delivery, and cosmetic safety, can be compromised by inefficient or energy-intensive extraction processes (*Wiedemann et al., 2020*). The design approach allows *lanolin* to be evaluated not only as a *"naturally sustainable"* ingredient, but as a node within a network of actors, practices, and values, where sustainability depends on technical efficiency, socio-economic dynamics, ethical sensitivity, and the ability to regenerate local economies (*Camilli et al., 2025*).

In summary, *lanolin* represents a strategic resource for the cosmetic sector and for the valorization of local wools, but its actual sustainability is not guaranteed *a priori*. It requires a multidisciplinary approach that integrates chemical and design expertise so that the valorization of the by-product translates into circular and socially responsible production models. Only by critically addressing *quality variability, impact management, bioactivity, formulation stability, allergenicity reduction, and ethical issues* can *lanolin* become a concrete example of systemic regeneration, capable of combining technological innovation, territorial identity, and socio-environmental sustainability.

Bibliografia | *References*

Aissani, F., Djabali, D., & Khalfaoui, R. (2022). Recovery of wool wax from wool scouring effluents: Extraction, characterization and environmental aspects. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 108406. https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108406

Bech, N. M., Birkved, M., Charnley, F., Laumann Kjaer, L., Pigosso, D. C. A., Hauschild, M. Z., McAloone, T. C., & Moreno, M. (2019). Evaluating the Environmental Performance of a Product/Service-System Business Model for Merino Wool Next-to-Skin Garments: The Case of Armadillo Merino®. *Sustainability*, 11, 5854. https://doi.org/10.3390/su11205854

Camilli, F., Ciarmiello, L. F., Di Mola, I., Mori, M., Carillo, P., & De Pascale, S. (2025). Turning waste wool into a circular resource: A review of eco-innovative applications in agriculture. *Agronomy*, 15, 446. https://doi.org/10.3390/agronomy15020446

CIR Expert Panel. (2024). Amended safety assessment of lanolin and lanolin-derived ingredients as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 43(1_suppl), 5S—68S. https://doi.org/10.1177/10915818241233378

Danielle, D., McCabe, M., & Bourdillon, K. (2023). The impact of refinement on the sensory properties of lanolin. Journal of Sensory Studies, 38, e12822. https://doi.org/10.1111/joss.12822

Johnson, H., Norman, T., Adler, B. L., & Yu, J. (2023). Lanolin: The 2023 American Contact Dermatitis Society Allergen of the Year. *Cutis*, 112(2), 78-81. https://doi.org/10.12788/cutis.0825

Machado, M.; Gonçalves, R.; & Pinto, J. (2024). Byproducts as a Sustainable Source of Cosmetic Ingredients. *Applied Sciences*, 14, 10241. https://doi.org/10.3390/app142210241

Martin, M. (2021). Environmental and social performance of valorizing waste by-products from wool scouring—in particular lanolin. Cleaner and Responsible Consumption, 2, 100011. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2020.100011

Morano, C., Dei Cas, M., Bergamaschi, R. F., Palmisano, E., Pallavicini, M., Bolchi, C., Roda, G., & Casati, S. (2023). Fractioning and Compared ^{1}H NMR and GC-MS Analyses of Lanolin Acid Components. *Molecules*, 28, 1635. https://doi.org/10.3390/molecules28041635

Pavlou, P., Siamidi, A., Varvaresou, A., & Vlachou, M. (2021). Skin Care Formulations and Lipid Carriers as Skin Moisturizing Agents. *Cosmetics*, *8*(3), 89. https://doi.org/10.3390/cosmetics8030089

Popescu, M.-C.; Ungureanu, E.; Timpu, D. (2024). Eco-Friendly Processing of Wool and Sustainable Valorization of This Natural Bioresource. *Sustainability*, 16, 4661. https://doi.org/10.3390/su16114661

Sengupta, A., & Behera, J. (2014). A comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment. *American Journal of Engineering Research*, 3(7), 33-43. http://www.ajer.org/papers/v3(7)/F0373343.pdf

WDS project - LIFE 3.0—LIFE Project Public Page. (n.d.). Retrieved September 26, 2025, from https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE11-ENV-ES-000588/eco-efficient-dry-wool-scouring-with-total-by-products-recovery

Wiedemann, S.G., Simmons, A., Watson, K.J.L., & Biggs, L. (2019). Effect of methodological choice on the estimated impacts of wool production and the significance for LCA-based rating systems. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24, 848-855. https://doi.org/10.1007/s11367-018-1538-5

Wiedemann, S. G.; Biggs, L.; Nebel, B.; Bauch, K.; Laitala, K.; Klepp, I.G. Swan, P.G., & Watson K. (2020). Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woollen garment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25:1486-1499. https://doi.org/10.1007/s11367-020-01766-0

Uso e valorizzazione degli scarti di lana
Estrazione della cheratina e applicazioni come biopolimero

Use and valorization of wool waste
Keratin extraction and its applications as a biopolymer

Claudia, Vineis
Intelligent Systems and technologies for advanced manufacturing—National Research Council (CNR-STIIMA), C.so G. Pella 16, 13900 Biella, Italy
claudia.vineis@cnr.it
ORCID iD: 0000-0003-4670-5586

Vincenzo, Guarino
Institute of Polymers, Composites and, Biomaterials—National Research Council (CNR-IPCB), V.le J.F. Kennedy 54, Mostra d'Oltremare, Pad. 20, 80125 Naples, Italy
ORCID iD: 0000-0003-1546-3721

Parole chiave
Cheratina, biopolimero, lana.

Keywords
Keratin, biopolymer, wool.

Abstract

ITA

Il recupero e la valorizzazione dei biopolimeri ottenuti da fonti economiche e rinnovabili, come la cheratina dalla lana, possono avere un impatto ambientale ed economico significativo. Le cheratine sono una delle classi più abbondanti di proteine non alimentari, costituendo il componente principale della pelle (cheratine morbide) e di unghie, artigli, capelli, corna, piume e squame (cheratine dure) dei vertebrati, ma soprattutto delle fibre tessili animali. La cheratina pura costituisce fino al 90% in peso della lana. La materia cheratinica derivante da allevamenti e macellazione è stata considerata una sfida piuttosto complessa per lo smaltimento, nonostante le sue caratteristiche importanti e interessanti, poiché la combustione per ottenere energia è inefficiente e inquinante a causa dell'elevato contenuto di zolfo (3-4% in peso). La FAO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura) ha pubblicato dati che mostrano come la produzione annuale di cheratina, principalmente da bestiame, abbia superato i 10 milioni di tonnellate dal 2012. Nel 2020, la produzione mondiale annuale di cheratina derivata principalmente dal bestiame è stata di 11,82 milioni di tonnellate. La quantità totale di cheratina è stata stimata a oltre 12 milioni di tonnellate all'anno a livello globale. La lana è una fonte biologica importante e accessibile di cheratina. La lana ottenuta da razze ovine è classificata in lana da tappeto (diametro delle fibre <50 µm) e lana grossolana (>50 µm). La lana grossolana non è adatta alla produzione di tappeti e abbigliamento e ha quindi un valore di mercato molto basso. Infatti, il costo della produzione della lana non riesce nemmeno a compensare il costo della tosatura, del mantenimento delle pecore, dell'affitto dei terreni, ecc. Pertanto, la lana ovina di tipo grossolano è stata considerata un sottoprodotto privo di valore dell'allevamento ovino, spesso abbandonata o bruciata illegalmente. Questa pratica non solo spreca risorse proteiche preziose, ma causa anche infezioni, gravi rischi per la salute e inquinamento ambientale. A causa dell'inquinamento ambientale e del rischio di diffusione di malattie contagiose, si cercano costantemente tecnologie di valorizzazione della lana grossolana per la produzione di prodotti più pregiati a base di cheratina.

La cheratina derivata dalla lana è una proteina ricca di cisteina, adatta come materiale biocompatibile e biodegradabile. Pertanto, la lavorazione efficiente dei rifiuti cheratinici provenienti da fibre tessili animali, in particolare dalla lana, consente non solo di risparmiare risorse e ridurre le emissioni di carbonio, ma anche di diminuire l'inquinamento ambientale.

La cheratina è una proteina ad alto contenuto di zolfo e si presenta in due forme strutturali differenti con diversi pattern di diffrazione ai raggi X: µ-cheratine, contenenti principalmente strutture ad elica µ, e µ-cheratine, costituite essenzialmente da strutture a foglietto µ. L'estrazione della cheratina basata su metodi denaturanti, come quelli basati sulla riduzione, ossidazione e solfitolisi, rappresenta lo standard per ottenere buone rese e cheratine non danneggiate. Questi metodi si basano esclusivamente sulla denaturazione proteica (intesa come alterazione delle strutture supermolecolari), ottenuta rompendo selettivamente i legami covalenti disolfuro inter-/intra-catena e i legami idrogeno, senza rompere i legami peptidici. Questi metodi permettono di ottenere cheratine con la più alta distribuzione di peso molecolare, che possono essere lavorate singolarmente in diversi tipi di materiali strutturali (es. idrogel, film, spugne, nanofibre, ecc.).

La cheratina estratta dalle fibre di lana è una delle proteine più promettenti da sfruttare per la progettazione di biomateriali avanzati, grazie ad alcune caratteristiche chiave che il nostro gruppo di ricerca ha valorizzato nel corso degli anni in numerosi studi:

* la cheratina è un efficiente adsorbente di metalli pesanti e composti organici volatili (VOC), utile quindi per la purificazione di acqua e aria (El-Sayed et al., 2021; Figoli et al., 2019);
* le sue proprietà bioattive intrinseche, come la capacità di promuovere l'adesione e la proliferazione cellulare, ne permettono un ampio utilizzo in campo biomedico e odontoiatrico (Ferraris et al., 2020; Sanchez Ramirez et al., 2021; Sanchez Ramirez, Vineis, et al., 2022; Vineis et al., 2021);
* grazie alle sue proprietà ignifughe, barriera ai gas e antibatteriche, la cheratina rappresenta un biomateriale molto promettente per lo sviluppo di imballaggi alimentari compostabili (Ramirez et al., 2017);
* l'attività biocida, la stabilità termica e le interazioni cellula-materiale in vitro permettono la produzione di idrogel (Sanchez Ramirez, Tonetti, et al., 2022);
* l'attività biologica, l'eccellente degradabilità e la buona citocompatibilità rendono la cheratina adatta come medicazione per ferite cutanee o come membrana per la rigenerazione guidata dei tessuti (Tummino et al., 2024);
* infine, la sua proprietà biomimetica modulabile la rende adatta alla progettazione di materiali bioispirati di nuova generazione con proprietà personalizzabili (Maudens et al., 2025).

La combinazione di biocompatibilità, biodegradabilità e la capacità di valorizzare rifiuti ricchi di cheratina ne aumenta ulteriormente la rilevanza per medicazioni sostenibili, scaffold per ingegneria tissutale, imballaggi e sistemi di filtrazione.

Abstract *ENG*

Recovery and valorization of biopolymers obtained from cheap and renewable sources, such as keratin from wool, may have an important environmental and economic impact. Keratins are one of the most abundant classes of non-food proteins, being the major component of skin (soft keratins) and of nails, claws, hair, horn, feathers, and scales (hard keratins) of vertebrates, but above all, animal textile fibers. Pure keratin constitutes up to 90% by weight of wool. Keratin matter from farm breeding and butchery has been considered a rather complicated disposal challenge, despite its important and interesting characteristics, since burning for fuel is inefficient and polluting due to its high sulphur content (3-4% wt). The Food and Agriculture Organization of the United Nations has published data showing that the annual production quantity of keratin, primarily from livestock, has exceeded 10 million tonnes since 2012. The annual world production of keratin, derived mainly from livestock, was 11.82 million tonnes in 2020. The total amount of keratins has been estimated worldwide to be more than 12 million tonnes per year. Wool is an important and accessible bio-source of keratin. The wool obtained from sheep breeds is categorized into carpet grade (<50 μm fibre diameter) and coarse type of wool (>50 μm fibre diameter). Coarse wool is not suitable for making carpets and apparel and therefore has very low market value. Indeed, the cost of wool production is not even able to compensate for the cost of shearing, sheep maintenance, land renting, etc. Hence, sheep wool of coarse grade has been considered a worthless byproduct of sheep farming and is often discarded or illegally burned. This practice not only wastes valuable protein resources but also causes infections, which cause severe health hazards and environmental pollution. Due to environmental pollution and risks of spreading contagious diseases, valorization technologies of coarse wool for the production of more valuable products based on keratin are constantly sought.

Keratin from wool is a cystein-rich protein, suitable as a biocompatible and biodegradable material. Therefore, the efficient processing of keratin waste from animal textile fibres, in particular wool, not only saves resources and reduces carbon emissions but also reduces environmental pollution.

Keratin is a high-sulphur-content protein, and it exists in two different structural forms with different X-ray diffraction patterns: μ-keratins, mostly containing μ-helix structures, and μ-keratins, essentially made of μ-sheet structures. Keratin extraction based on denaturating methods, such as reduction-, oxidation- and sulphitolysis-based methods, are the benchmark for obtaining good yields and undamaged keratins. These methods are based only on protein denaturation (intended as an alteration of supermolecular structures), which can be achieved by selectively breaking the inter-/intra-chain disulphide covalent bonds and hydrogen bonds, without breaking the peptide bonds. These methods enable the extraction of keratins with the highest molecular weight distribution, which can be processed alone into several kinds of structural materials (e.g., hydrogels, films, sponges, nanofibers, etc.).

Keratin extracted from wool fibers is one of the most promising proteins to utilize for the design of advanced biomaterials, thanks to several key features that our research group has highlighted over the years in numerous research studies:

* keratin is an efficient adsorbent of heavy metals and volatile organic compounds (VOCs), thus useful for water and air purification (El-Sayed et al., 2021; Figoli et al., 2019);
* its intrinsic bioactive properties, such as the ability to promote cell adhesion and proliferation, allow for a wide range of applications in the biomedical field and in dental medicine (Ferraris et al., 2020; Sanchez Ramirez et al., 2021; Sanchez Ramirez, Vineis, et al., 2022; Vineis et al., 2021);
* due to its flame retardant, gas barrier and antibacterial properties, keratin represents a very promising biomaterial for the development of compostable food packaging (Ramirez et al., 2017);
* biocidal activity, thermostability and in vitro cell-material interactions allow the production of hydrogels (Sanchez Ramirez, Tonetti, et al., 2022);
* biological activity, excellent degradability and good cytocompatibility make keratin suitable as a dressing for skin wounds or as a membrane for guided tissue regeneration (Tummino et al., 2024);
* finally, its modular biomimetic property makes it suitable in the design of next-generation bioinspired materials with customizable properties (Maudens et al., 2025).

The combination of biocompatibility, biodegradability, and the ability to upcycle keratin-rich waste further enhances its relevance for sustainable wound dressings, tissue engineering scaffolds, packaging, and filtration systems.

El-Sayed, H., Mowafi, S., Abou Taleb, M., & Vineis, C. (2021). Structure and Potential Applications of Polyamide 6/Protein Electro-spun Nano-fibrous Mats in Sorption of Metal Ions and Dyes from Industrial Effluents. *Journal of Applied Research and Technology*, *19*(4), 322—335. https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.4.1436

Ferraris, S., Spriano, S., Scalia, A. C., Cochis, A., Rimondini, L., Cruz-Maya, I., Guarino, V., Varesano, A., & Vineis, C. (2020). Topographical and Biomechanical Guidance of Electrospun Fibers for Biomedical Applications. *Polymers*, *12*(12), 2896. https://doi.org/10.3390/polym12122896

Figoli, A., Ursino, C., Sanchez Ramirez, D. O., Carletto, R. A., Tonetti, C., Varesano, A., De Santo, M. P., Cassano, A., & Vineis, C. (2019). Fabrication of electrospun keratin nanofiber membranes for air and water treatment. *Polymer Engineering & Science*, *59*(7), 1472—1478. https://doi.org/10.1002/pen.25146

Maudens, Y., Debruyn, G., Loccufier, E., Daelemans, L., Savino, E., Tonetti, C., Vineis, C., Varesano, A., Shawkey, M. D., D'Alba, L., & De Clerck, K. (2025). Modular design of biomimetic electrospun keratin composites for tunable gaseous sorption inspired by reptile eggshells. *Materials Today Bio*, *33*, 102032. https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2025.102032

Ramirez, D. O. S., Carletto, R. A., Tonetti, C., Giachet, F. T., Varesano, A., & Vineis, C. (2017). Wool keratin film plasticized by citric acid for food packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, *12*, 100—106. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.04.004

Sanchez Ramirez, D. O., Cruz-Maya, I., Vineis, C., Tonetti, C., Varesano, A., & Guarino, V. (2021). Design of Asymmetric Nanofibers-Membranes Based on Polyvinyl Alcohol and Wool-Keratin for Wound Healing Applications. *Journal of Functional Biomaterials*, *12*(4), 76. https://doi.org/10.3390/jfb12040076

Sanchez Ramirez, D. O., Tonetti, C., Cruz-Maya, I., Guarino, V., Peila, R., Carletto, R. A., Varesano, A., & Vineis, C. (2022). Design of cysteine-S-sulfonated keratin via pH driven processes: Micro-Structural Properties, biocidal activity and in vitro validation. *European Polymer Journal*, *170*, 111169. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111169

Sanchez Ramirez, D. O., Vineis, C., Cruz-Maya, I., Tonetti, C., Guarino, V., & Varesano, A. (2022). Wool Keratin Nanofibers for Bioinspired and Sustainable Use in the Biomedical Field. *Journal of Functional Biomaterials*, *14*(1), 5. https://doi.org/10.3390/jfb14010005

Tummino, M. L., Cruz-Maya, I., Varesano, A., Vineis, C., & Guarino, V. (2024). Keratin/Copper Complex Electrospun Nanofibers for Antibacterial Treatments: Property Investigation and In Vitro Response. *Materials*, *17*(10), 2435. https://doi.org/10.3390/ma17102435

Vineis, C., Cruz Maya, I., Mowafi, S., Varesano, A., Sánchez Ramírez, D. O., Abou Taleb, M., Tonetti, C., Guarino, V., & El-Sayed, H. (2021). Synergistic effect of sericin and keratin in gelatin based nanofibers for in vitro applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, *190*, 375—381. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.007

Biotessili elettrofilati a base di cheratina di lana: recenti progressi per applicazioni in vitro

Wool Keratin based electrospun biotextiles: recent advances for in vitro applications

Vincenzo, Guarino
Institute of Polymers, Composites and, Biomaterials—National Research Council (CNR-IPCB), V.le J.F. Kennedy 54, Mostra d'Oltremare, Pad. 20, 80125 Naples, Italy
vincenzo.guarino@cnr.it o vguarino@unina.it
ORCID iD: 0000-0003-1546-3721

Claudia, Vineis
Intelligent Systems and technologies for advanced manufacturing—National Research Council (CNR-STIIMA), C.so G. Pella 16, 13900 Biella, Italy
ORCID iD: 0000-0003-4670-5586

Parole chiave
Elettrostatica applicata a fluidi, nanofibre, biocompatibilità, risposta antibatterica, guarigione delle ferite.

Keywords
Electro fluid dynamics, nanofibers, biocompatibility, antibacterial response, wound healing.

Abstract

ITA

Abstract

La cheratina derivata da scarti di lana (WK) è un biopolimero altamente multifunzionale e sostenibile che svolge diversi ruoli in natura grazie alle sue molteplici proprietà, all'ampio spettro di strutture e alle prestazioni notevoli. Grazie alla loro ingegnosa organizzazione e alla possibilità di modularne le caratteristiche su molte scale dimensionali, le cheratine possono ispirare strutture simili a quelle naturali, con proprietà su misura (i.e., biocompatibilità, degradabilità, rigidità) specificamente indirizzate a imitare l'interfaccia cellulare e la matrice extracellulare dei tessuti naturali (Ferraris et al., 2020).

Le loro peculiari proprietà in soluzione consentono di processare facilmente le WK attraverso la tecnica dell'elettrofilatura, formando assemblaggi di nanofibre idonei alla fabbricazione di biotessili innovativi (Ramirez et al., 2022). L'elettrofilatura si sta affermando come un processo produttivo ecocompatibile ed economicamente vantaggioso, che consente di generare fibre con dimensioni micro- e/o submicrometriche applicando alte tensioni elettriche a soluzioni polimeriche selezionate. Nell'ultimo decennio, il suo utilizzo è stato principalmente rivolto alla produzione di fibre a orientamento casuale o uniaxiale, idonee ad applicazioni biomediche, grazie alle peculiari caratteristiche morfologiche delle fibre — i.e., elevato rapporto superficie/volume, struttura porosa completamente interconnessa — che permettono di supportare in maniera efficiente adesione, proliferazione e migrazione cellulare (Ferraris et al., 2020; Ramirez et al., 2022).

In questo lavoro viene riportata una panoramica dei nostri studi più recenti, focalizzati sull'impiego dell'elettrofilatura per la fabbricazione di nanofibre a base di WK con catene laterali ionizzabili multiple, in grado di migliorare le interazioni cellulari.

È noto, innanzitutto, che le proprietà strutturali delle fibre possono essere drasticamente influenzate dalle interazioni proteiche mediate dalla chimica del solvente in soluzione. Le fibre di WK possono essere generalmente processate utilizzando acido formico (FA) o solventi fluorurati come l'HFIP. Questi due solventi tendono a conferire differenti proprietà micro- e nanostrutturali — in termini di distribuzione dimensionale delle fibre e difetti lungo il corpo fibroso come beads o nastri appiattiti — che possono, in una certa misura, alterare il microambiente locale e la sua interfaccia con le cellule (Ramirez et al., 2021a).

Altri studi hanno confermato che un orientamento preferenziale delle fibre di WK fornisce un ulteriore segnale per un'interazione cellulare efficiente (Ferraris et al., 2020 ; Ramirez et al., 2021a). In quest'ottica, è stato proposto l'impiego di rivestimenti funzionalizzati di nanofibre di WK su substrati in titanio, idonei a innovativi impianti dentali in grado di migliorare l'adesione e la proliferazione dei fibroblasti gengivali, prevenendo così la perimplantite e la migrazione epiteliale apicale dopo il trattamento implantare (Ferraris et al., 2018).

Le nanofibre elettrofilate di WK possono essere arricchite con ioni metallici, come il rame, tramite impregnazione, per realizzare membrane antibatteriche con attività biologica intrinseca, eccellente degradabilità e buona citocompatibilità (Tummino et al., 2024). Rispetto alle nanofibre di cheratina non trattate, sono state osservate differenze trascurabili in termini di risposta citotossica delle cellule L929 e un miglioramento della risposta antibatterica contro batteri gram-negativi — i.e., *Escherichia coli* — suggerendo quindi l'impiego di nanofibre composite Cu—WK come tessuti antibiotico-free per medicazioni cutanee o membrane per la rigenerazione guidata dei tessuti.

Un approccio alternativo prevede la combinazione delle WK con polimeri biodegradabili di origine sintetica o naturale. Essi possono essere degradati enzimaticamente tramite l'attività biologica di cellule o batteri, fornendo inoltre funzionalità additive alle fibre in termini di proprietà meccaniche, riconoscimento cellulare e rilascio molecolare.

In questa prospettiva, le WK possono essere combinate con proteine naturali come Gelatina e/o Sericina da fibroina della seta, mostrando peculiari interazioni microscopiche tra catene (i.e., riduzione dei legami idrogeno dei gruppi N—H) che influenzano positivamente l'interazione *in vitro* con le cellule (Vineis et al., 2021).

Inoltre, le WK sono state con successo combinate con polimeri sintetici biodegradabili come il Policaprolattone (PCL) (Cruz-Maya et al., 2020), che conferisce elevata stabilità chimica alle nanofibre, superando alcune limitazioni intrinseche delle proteine (i.e., proprietà meccaniche), ma preservandone le funzionalità biologiche innate. Combinando segnali topografici e biochimici, le nanofibre di WK possono stimolare l'attività biologica supportando la guarigione dei tessuti molli attorno a impianti trans-mucosi (Cruz-Maya et al., 2019), rilasciando segnali differenti rispetto ad altre proteine strutturali (i.e., Gelatina o Zeina).

In alternativa, polimeri idrosolubili con comportamento simile a idrogel, come l'Alcol polivinilico (PVA) (Ramirez et al., 2021b) o il Polietilenglicole (PEG) (Ramirez et al., 2021a), possono essere efficacemente impiegati per la fabbricazione di scaffold fibrosi a base di WK tramite l'utilizzo di processi più verdi e sostenibili.

Abstract *ENG*

Wool waste derived Keratin (WK) is a highly multifunctional and sustainable biopolymer serving various roles in nature due to its multiple properties, wide spectrum of structural designs and impressive performance. Due to their ingenious structuring and tunability across many length scales, keratins may inspire natural structures with tailored properties (i.e., biocompatibility, degradability, stiffness) specifically addressed to mimic cell interface and the extracellular matrix of natural tissues (Ferraris et al., 2020).

Their peculiar properties in solution enable the easy processing of WKs via the electrospinning technique to form nanofiber assemblies suitable for the fabrication of innovative biotextiles (Ramirez et al., 2022). Electrospinning is emerging as an eco-friendly and cost-effective manufacturing process that allows the generation of micro and/or sub micrometric sized fibers by applying high voltage generated electrical forces on selected polymer solutions. In the last decade, the use of this technique was widely used in the production of randomly/uniaxially oriented fibers for biomedical applications, due to the peculiar morphological cues of obtained fibers - i.e., high surface area to volume, fully interconnected void structure - that allow efficiently supporting cell adhesion, proliferation and migration (Ferraris et al., 2020; Ramirez et al., 2022).

Herein is an overview of our recent studies focused on the use of electrospinning to fabricate WK based nanofibers with multiple ionisable side chains to improve cell interactions.

Several studies have analyzed the effect of protein interactions mediated by the solvents in solution on fiber structural properties. WK fibers can be generally processed by using formic acid (FA) or fluorinated solvents such as hexafluoropropanol (HFIP). These two solvents tend to impart different micro and nano-structural properties - in terms of fiber size distribution and defects along the fiber body such as beads or flat ribbons - which to some extent may alter the local microenvironment and its interface with cells (Ramirez et al., 2021a). In this context, a preferential alignment of WK fibers can offer further signals able to promote efficient stimuli for cell interaction (Ferraris et al., 2020; Ramirez et al., 2021a). In this context, the use of WK nanofibers has been studied as functionalized coatings of titanium substrates for the fabrication of innovative dental plugs, able to improve the gingival fibroblast adhesion/proliferation, and minimizing peri-implantitis and epithelial down-growth after the implant (Ferraris et al., 2018).

WK electrospun nanofibers can be endowed with metallic ions such as copper via impregnation methods, to fabricate antibacterial membranes with intrinsic biological activity, excellent degradability and good cytocompatibility (Tummino et al., 2024). In comparison with bare keratin nanofibers, negligible differences in terms of cytotoxic response of L929 cells and improved antibacterial response against gram-negative bacteria - i.e., Escherichia coli were observed in vitro, thus suggesting the use of Cu -WK composite nanofibers as antibiotic-free textiles for skin wound dressing or membranes for guided tissue regeneration.

An alternative approach involves the combination of WK with biodegradable polymers from synthetic or natural origin. They can be enzymatically degraded through the biological activity caused by cell or bacteria, also providing additive functionalities to fibers in terms of mechanical properties, cell recognition and molecular release. In this view, WK can be combined with natural proteins - Gelatin or/and Sericin from Silk fibroin - showing peculiar microscopic interactions among chains (i.e., decrease of hydrogen bonds of N—H groups) - that beneficially influence in vitro interaction with cells (Vineis et al., 2021). Moreover, WK can be blended with synthetic biodegradable polymers such as Polycaprolactone (PCL) (Cruz-Maya et al., 2020) that confers higher chemical stability to the nanofibres, overcoming some intrinsic limitations of proteins in terms of weakness, not altering their innate biological functionalities. By combining topographical and biochemical signals, WK nanofibres can stimulate biological activity thus supporting soft tissue healing around trans-mucosal implants (Cruz-Maya et al., 2019), releasing different signals with respect to other structural proteins (i.e., Gelatin, Zein). Lastly, water soluble polymers with hydrogel-like behaviour such as Polyvinilalcohol (PVA) (Ramirez et al., 2021b) or Polyethylenglicol (PEG) (Ramirez et al., 2021a) can be also profitably used for the fabrication of multi-layered WK based fibrous scaffolds toward a green and more sustainable processing approach for different biomedical uses.

Bibliografia | *References*

Cruz-Maya, I., Guarino, V., Almaguer-Flores, A., Alvarez□Perez, M. A., Varesano, A., & Vineis, C. (2019). Highly polydisperse keratin rich nanofibers: Scaffold design and in vitro characterization. Journal of Biomedical Materials Research Part A, 107(8), 1803—1813. https://doi.org/10.1002/jbm.a.36699

Cruz-Maya, I., Varesano, A., Vineis, C., & Guarino, V. (2020). Comparative Study on Protein-Rich Electrospun Fibers for In vitro applications. Polymers, 12(8), 1671. https://doi.org/10.3390/polym12081671

Ferraris, S., Guarino, V., Cochis, A., Varesano, A., Maya, I. C., Vineis, C., Rimondini, L., & Spriano, S. (2018). Aligned keratin submicrometric-fibers for fibroblasts guidance onto nanogrooved titanium surfaces for transmucosal implants. Materials Letters, 229, 1—4. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.06.103

Ferraris, S., Spriano, S., Scalia, A. C., Cochis, A., Rimondini, L., Cruz-Maya, I., Guarino, V., Varesano, A., & Vineis, C. (2020). Topographical and biomechanical guidance of electrospun fibers for biomedical applications. Polymers, 12(12), 2896. https://doi.org/10.3390/polym12122896

Ramirez, D. O. S., Cruz-Maya, I., Vineis, C., Guarino, V., Tonetti, C., & Varesano, A. (2021). Wool Keratin-Based Nanofibres—In vitro Validation. Bioengineering, 8(12), 224. https://doi.org/10.3390/bioengineering8120224

Ramirez, D. O. S., Cruz-Maya, I., Vineis, C., Tonetti, C., Varesano, A., & Guarino, V. (2021). Design of asymmetric Nanofibers-Membranes based on polyvinyl alcohol and Wool-Keratin for wound healing applications. Journal of Functional Biomaterials, 12(4), 76. https://doi.org/10.3390/jfb12040076

Ramirez, D. O. S., Vineis, C., Cruz-Maya, I., Tonetti, C., Guarino, V., & Varesano, A. (2022). Wool keratin nanofibers for bioinspired and sustainable use in biomedical field. Journal of Functional Biomaterials, 14(1), 5. https://doi.org/10.3390/jfb14010005

Tummino, M. L., Cruz-Maya, I., Varesano, A., Vineis, C., & Guarino, V. (2024). Keratin/Copper complex electrospun nanofibers for antibacterial treatments: property investigation and in vitro response. Materials, 17(10), 2435. https://doi.org/10.3390/ma17102435

Vineis, C., Maya, I. C., Mowafi, S., Varesano, A., Ramírez, D. S., Taleb, M. A., Tonetti, C., Guarino, V., & El-Sayed, H. (2021). Synergistic effect of sericin and keratin in gelatin based nanofibers for in vitro applications. International Journal of Biological Macromolecules, 190, 375—381. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.007

La lana in contesti inusuali
Imballaggio, isolamento e salute

Questo capitolo è incentrato sulle applicazioni non convenzionali della lana nel settore del packaging, come materiale isolante per gli edifici e persino nei reparti ospedalieri nell'ambito di attività terapeutiche.
Il tema del packaging a base di lana è presentato attraverso il caso dell'azienda britannica WoolCool (Morris), che mette in evidenza le proprietà uniche della lana, le quali nel loro insieme non trovano eguali in nessun altro materiale tecnologicamente avanzato.
I ricercatori del Politecnico di Torino (Bosia, Catania, Savio, Pennacchio, Monteu Cotto, Lacirignola) presentano i loro studi sull'uso di materiali di scarto, tra cui la lana, nei pannelli isolanti e sulle proprietà che questi materiali dimostrano.
Sulla base di evidenze scientifiche, l'associazione filantropica Gomitolorosa (Costa, Appolloni, Buzzi) descrive come l'attività di lavorare a maglia la lana (*knitting*) da parte dei pazienti costituisca a tutti gli effetti un approccio efficace per affrontare l'ansia all'interno dei contesti ospedalieri ed un metodo di successo per promuovere l'empowerment dei pazienti stessi.

Wool Where You Least Expect It
Packaging, Insulation, Healthcare

This chapter explores unconventional applications of wool, including its use in packaging, as an insulation material for buildings, and even in hospital wards within therapeutic activities. Wool-based packaging is presented through the case of the British company WoolCool (Morris), which highlights the unique properties of wool—properties that, taken together, have yet to be matched by any single advanced material. Researchers from the Polytechnic University of Turin (Bosia, Catania, Savio, Pennacchio, Monteu Cotto, Lacirignola) describe their studies on the use of waste and undervalued materials, such as wool, in insulating panels and the properties these materials demonstrate.
The philanthropic association Gomitolorosa (Costa, Appolloni, Buzzi) illustrates how wool therapy has become an effective approach to addressing anxiety and a successful method of patient empowerment, supported by scientific evidence.

L’uso della lana di pecora in formulazioni adattive per materiali di isolamento termico e processi di produzione artigianali e industriali in una prospettiva di economia circolare

Sheep wool’s use in adaptive formulations for thermal insulation materials and artisanal and industrial production processes in a circular economy perspective

Daniela, Bosia
DAD — Department of Architecture and Design - Politecnico di Torino
daniela.bosia@polito.it
ORCID iD: 0000-0003-0373-8433

Carmelina Anna, Catania
DARCH — Department of Architecture - Università di Palermo
annac.catania@unipa.it
ORCID iD: 0000-0002-9260-9424

Lorenzo, Savio
DAD — Department of Architecture and Design - Politecnico di Torino
lorenzo.savio@polito.it
ORCID iD: 0000-0002-9260-9424

Roberto, Pennacchio
DAD — Department of Architecture and Design - Politecnico di Torino
roberto.pennacchio@polito.it
ORCID iD: 0000-0001-7139-9256

Tiziano Uriel, Monteu Cotto
DAD — Department of Architecture and Design - Politecnico di Torino
tiziano.monteu@polito.it

Angela, Lacirignola
DAD — Department of Architecture and Design - Politecnico di Torino
angela.lacirignola@polito.it
ORCID iD: 0000-0002-8207-8180

Parole chiave
Pannelli isolanti termoacustici, sistema di produzione adattivo, scarti agroindustriali, fibre di lana, basso impatto ambientale.

Keywords
Thermal-acoustic insulation panels, adaptive production system, agro-industrial waste, wool fibres, low environmental impact.

Abstract

ITA

L’allevamento ovino in Italia, principalmente per la produzione di carne e latte, nonostante abbia subito un declino negli ultimi anni, ammonta a circa 6,5 milioni di capi (ISTAT, 2023), circa la metà dei quali in Sardegna, un numero significativo in Sicilia (circa 675.000) e, solo in Piemonte, circa 130.000 capi. La lana prodotta dalla tosatura degli ovini allevati in Italia è quasi interamente considerata un rifiuto, un tipo particolare di scarto che comporta significativi costi di smaltimento per gli allevatori.

Le principali problematiche legate alla lana ovina dell’allevamento italiano sono, oltre ai costi di smaltimento, l’organizzazione della raccolta, poiché proviene principalmente da piccoli allevamenti nelle aree interne, e la necessità di lavaggio, prerequisito per la maggior parte dei possibili utilizzi. Vale la pena sottolineare che, in Piemonte, il governo regionale in collaborazione con ARAP (l’Associazione Regionale Allevatori del Piemonte), ha avviato un progetto regionale per la raccolta della lana, che ha portato alla raccolta di circa 96 tonnellate di lana sucida. Tuttavia, questa lana attualmente è poco utilizzata a causa della mancanza di risorse dedicate per il lavaggio e delle strutture necessarie.

Le fibre di lana ovina mostrano caratteristiche eccellenti per l’isolamento termico e acustico negli edifici. In Italia, i prodotti edilizi già disponibili sul mercato che utilizzano la lana sono principalmente materassini morbidi per assemblaggi di tetti a falde e pannelli semi-rigidi con considerevole contenuto di poliestere, che ne impedisce il potenziale di riciclaggio, e utilizzati per applicazioni nelle pareti.

Il gruppo di ricerca del Politecnico di Torino ha lavorato sull'integrazione delle fibre di lana ovina in pannelli per l'isolamento termico e acustico. Lana di pecora al 100% e 50% lana e 50% canapa sono state testate in progetti di ricerca precedenti, i cui risultati hanno portato alla produzione di pannelli rigidi, adatti per assemblaggio verticale dell'involucro edilizio come materiale isolante. I pannelli isolanti sono stati ottenuti attraverso un processo brevettato di lavorazione della lana che dissolve parte della cheratina presente nelle fibre, conferendo al pannello una struttura rigida ma flessibile. Ciò rende il pannello facile da lavorare e particolarmente adatto per l'integrazione in strati di cartongesso (Savio et al., 2018). I pannelli *Cartonlana* (100% lana di pecora) (Bosia et al., 2015) e *Fitness* (50% lana e 50% canapa) (Pennacchio et al., 2017) sono stati testati in sito, misurando le loro prestazioni di conduttività termica e assorbimento acustico, ottenendo prestazioni perfettamente compatibili con altri materiali naturali già utilizzati in edilizia. Entrambi i pannelli sono stati concepiti all'interno di un sistema produttivo adattivo, permettendo di ottenere materiali isolanti a basso impatto ambientale integrando diversi materiali di scarto dalle catene produttive agro-industriali nel processo.

Nel quadro del progetto MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile), spoke 2, "Circular Design for Natural Fibers", il gruppo di ricerca del Politecnico di Torino sta attualmente lavorando sulla potenziale integrazione di diverse fibre, considerate come rifiuto o sottoprodotto delle catene produttive agro-industriali, nella produzione di pannelli termo-acustici, ottenuti attraverso sistemi di assemblaggio meccanici. I metodi esplorati prevedono l'uso di leganti di origine naturale e scarti dalle catene produttive industriali, scelti con l'obiettivo di evitare la necessità di ricorrere a trasformazioni chimiche in ambienti controllati, difficilmente adottabili da aziende che operano nel campo dei prodotti da costruzione. La polpa di carta di scarto (Lawanwadeekul et al., 2024) e la gomma naturale (Bakatovich et al., 2018; Dushyanthini et al., 2023) sono state testate come leganti; le fibre sono sottoposte a raffinazione meccanica mediante molino a coltelli, risultando in una matrice che incorpora il legante e che a sua volta aumenta le prestazioni meccaniche dei pannelli e l'adesione interna delle fibre (Domínguez-Robles et al., 2020). Nel prossimo mese sarà esplorata la potenziale incorporazione delle fibre di lana ovina e la sua compatibilità con la raffinazione meccanica, altri processi produttivi privi di sostanze chimiche (Denes et al., 2022) e sistemi di termo-pressatura senza leganti (Borlea et al., 2020).

All'interno dello stesso progetto di ricerca, l'unità di ricerca dell'Università di Palermo mira a includere la lana autoctona nel processo produttivo delle aziende artigianali e industriali locali, nella produzione di nuovi materiali da utilizzare per lo sviluppo di packaging, prodotti e servizi. Il lavoro di ricerca è orientato a sensibilizzare i consumatori sulla questione delle risorse naturali locali, promuovendo così un nuovo modello di sviluppo economico, sociale e ambientale basato sull'economia circolare.

Abstract *ENG*

Sheep breeding in Italy, mainly for meat and milk, despite suffering a decline in recent years, amounts to roughly 6.5 million heads (ISTAT, 2023), approximately half of which in Sardinia, a significant number in Sicily (about 675.000) and, in Piedmont alone, about 130.000 heads. The wool produced from shearing raised in Italy is almost entirely considered a scrap, a special type of waste that entails significant disposal costs for farmers.

The main issues related to sheep wool from Italian farming are, in addition to disposal costs, the organization of collection, as it mainly comes from small breeding in inland areas, and the need for washing, which is a prerequisite for most possible uses. It is worth pointing out that in Piedmont, the regional government, in collaboration with ARAP (the Regional Association of Livestock Farmers in Piedmont), has launched a regional project for the collection of wool, which has led to the gathering of around 96 tonnes of dirty wool. However, this wool is currently scarcely utilized due to the lack of dedicated washing resources and the absence of adequate facilities.

Sheep wool fibres exhibit excellent features for thermal and acoustic building insulation. In Italy, building products currently available on the market making use of wool mainly include soft mats for pitched roof assemblies and semi-rigid panels with considerable polyester content which prevent their recycling potential that are used for application in walls.

The research group from Politecnico di Torino have been working on integrating sheep wool fibres into thermal and acoustic insulation panels. 100% sheep's wool and 50% wool and 50% hemp were tested in previous research projects whose results led to the production of rigid panels, suitable for vertical building envelope assembly as an insulation material. The insulating panels were obtained through a patented wool manufacturing process that dissolves part of the keratin present in the fibres, giving the panel a rigid yet flexible structure. This makes the panel easy to work with and particularly suitable for integration into drywall layers (Savio et al., 2018). *Cartonlana* (100% sheep's wool) (Bosia et al., 2015) and *Fitness* (50% wool and 50% hemp) panels (Pennacchio et al., 2017) were tested on site, with measurements of thermal conductivity and sound absorption achieving performance fully comparable to other natural materials currently used in construction. Both panels were developed within an adaptive production system, allowing for the creation of insulating materials with a low environmental impact by integrating different waste materials from agro-industrial production chains into the process.

In the frame of *MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile), spoke 2, "Circular Design for Natural Fibers"* project, the research group from Politecnico di Torino is currently working on the potential integration of different fibres, considered as waste or by-product from agro-industrial production chains, in the manufacture of thermal-acoustic panels, obtained through mechanical assembling systems. The methods explored involve the use of binders of natural origins and waste from industrial production chains, chosen

with the aim of avoiding the need to resort to chemical transformations in controlled environments, hardly adoptable by companies working in the field of building construction products. Waste paper pulp (Lawanwadeekul et al., 2024) and natural rubber (Bakatovich et al., 2018; Dushyanthini et al., 2023) have been tested as binders; fibres are subjected to mechanical refining by means of a knives mill, resulting in a matrix incorporating the binder, which increases panels' mechanical performances and the fibres internal bonding (Domínguez-Robles et al., 2020). In the coming month the potential incorporation of sheep-wool fibres and its compatibility with the mechanical refining, other chemical-free manufacturing processes (Denes et al., 2022) and binder-less thermo-pressing systems (Borlea et al., 2020) will be explored.

Within the same research project, the research unit at the University of Palermo aims to include autochthonous wool in the production process of local artisan and industrial companies, in the manufacturing of new materials to be used for the development of packaging, products and services. The research work aims to raise consumer awareness on the issue of local natural resources, thus promoting a new model of economic, social and environmental development based on the circular economy.

Bibliografia | *References*

Bakatovich, A., Davydenko, N., & Gaspar, F. (2018). Thermal insulating plates produced on the basis of vegetable agricultural waste. Energy & Buildings, 180, 72—82. Elsevier.

Bosia, D., Savio, L., Thiebat, F., Patrucco, A., Fantucci, S., Piccablotto, G., & Marino, D. (2015). Sheep wool for sustainable architecture. Energy Procedia, (78), 315—320. Elsevier.

Borlea, S.I., Tiuc, A.E., Nemeş, O., Vermeşan, H., &Vasile, O. (2020). Innovative Use of Sheep Wool for Obtaining Materials with Improved Sound-Absorbing Properties. Materials, 13, 694. Mdpi.

Dénes, T.O., Iştoan, R., Tămaş-Gavrea, D.R., Manea, D.L., Hegyi, A., Popa, F., & Vasile, O. (2022). Analysis of SheepWool-Based Composites for Building Insulation. Polymers, 14, 2109. Mdpi.

Domínguez-Roblesa, J., Tarrésb, Q., Delgado-Aguilarb, M., Rodrígueza, A., Espinachc, F.X., & Mutjéb, P. (2018). Approaching a new generation of fiberboards taking advantage of self lignin as green adhesive. International Journal of Biological Macromolecules, 108, 927—935. Elsevier.

Dushyanthini, B., Perera, V.P.S., Rajendra, J.C.N., Karthikeyan, N., & Senadeera, G.K.R. (2023). Composite Materials Based on Rice Straw and Natural Rubber for Thermal Insulation Applications. Ceylon Journal of Science, 52 (2), 155-161.

Lawanwadeekul, S., Jun-On, N., Kongthavorn, P., Sangkas, T., Daothong, S. (2024). Chemical-free thermal-acoustic panels from agricultural waste for sustainable building materials. Cleaner Materials, 12. Elsevier.

Pennacchio, R., Savio, L., Bosia, D., Thiebat, F., Piccablotto, G., Patrucco, A., & Fantucci, S. (2017). Fitness: sheep-wool and hemp sustainable insulation panels. Energy Procedia, 111, 287—297. Elsevier.

Savio, L., Bosia, D., Patrucco, A., Pennacchio, R., Piccablotto, G., & Thiebat, F. (2018). Applications of Building Insulation Products Based on Natural Wool and Hemp Fibers. In R. Fangueiro & S. Rana (Eds.), Advances in Natural Fibre Composites, Raw Materials, Processing and Analysis. Springer.

Savio, L., Pennacchio, R., Patrucco, A., Manni, V., & Bosia, D. (2022). Natural Fibre Insulation Materials: Use of Textile and Agri-food Waste in a Circular Economy Perspective. Materials Circular Economy, 4:6.

Lana
Una Fibra Naturale Intelligente

Wool
A Natural Smart Fibre

Dr Angela Morris
Founder and Chair, Woolcool
angela@woolcool.com
Website: Woolcool.com

Parole chiave
Lana, credibilità, imballaggi, fibra intelligente.

Keywords
Wool, credibility, packaging, smart fibre.

Abstract

ITA

Storicamente, la scienza ha perseguito il presupposto che la Natura possa essere compresa completamente, il suo futuro previsto con precisione e il suo comportamento controllato a piacimento. Tuttavia, le conoscenze emergenti indicano che la natura della Terra e dei sistemi biologici trascende i limiti della scienza, mettendo in discussione il presupposto della conoscenza, della previsione e del controllo. Questa consapevolezza ha portato al riconoscimento che, per la sopravvivenza civile dell'uomo, la società tecnologica deve adattarsi ai vincoli di questi sistemi naturali.

Allo stesso tempo, stimolata dai progressi nella comprensione dei materiali (biologici e non), la ricerca scientifica applicata persegue un obiettivo opposto: controllare il mondo materiale, con la promessa di una crescita economica spettacolare e del benessere umano. Se l'adattamento alla Natura è così importante, perché la ricerca applicata segue una direzione contraria?

Adattarsi alla Natura richiede il riconoscimento dei limiti della scienza e l'adozione di valori umani. Sebbene il concetto di adattamento alla Natura sia accettato da alcuni, in particolare dagli ecologisti conservazionisti, tale accettazione potrebbe non essere diffusa tra la popolazione generale. Inoltre, in un mondo dominato dagli ideali democratici di libertà, la disciplina necessaria per adattarsi alla Natura può spesso essere sopraffatta dalla competizione tra i vari segmenti della società per esercitare i propri diritti.

Negli ultimi 100 anni, una serie di eventi culturali e scientifici ha cambiato la percezione popolare dei materiali naturali, portando a una situazione in cui i consumatori comprendono la necessità della sostenibilità ma sono poco informati su cosa significhi concretamente. Termini come "green", "biologico", "commercio equo" e "ecologico" sono stati sfruttati dagli esperti di marketing, e di conseguenza i loro significati originali sono stati sacrificati sull'altare della quota di mercato. Le persone sono divise tra il desiderio di uno stile di vita sempre migliore, che richiede l'uso di prodotti artificiali creati da risorse finite, e l'uso più sensato di materiali naturali come alternativa credibile, ma spesso hanno troppe poche informazioni per fare una scelta consapevole su come trovare il giusto equilibrio.

"Non puoi essere serio!"

Nel 2008, questa fu la reazione di un acquirente di Big Pharma alla proposta di utilizzare la lana invece del polistirolo espanso (EPS) come materiale isolante per l'imballaggio. Se qualcuno avesse proposto una simile idea allora, ad un qualsiasi acquirente industriale, è facile pensare che sarebbe stato etichettato come una persona eccentrica e poco affidabile. Sarebbe stato liquidato con un commento del tipo: "Tutti sanno che i materiali naturali sono più costosi da produrre e non funzionano bene come quelli artificiali." Fine della conversazione.

Questa convinzione è così radicata da diventare una di quelle cose che tutti accettano. È assiomatica. Ma è anche semplicemente e chiaramente sbagliata, e in alcuni contesti, sappiamo che è sbagliata. Chi preferirebbe un abito in poliestere a uno in lana?

Come ha iniziato Woolcool a cambiare questa percezione?

Senza dubbio, le sfide più grandi per l'innovazione nella lana e la sua applicazione in ambito industriale sono: credibilità, educazione e criteri di prestazione regolamentari, spesso basati sulle caratteristiche dei materiali artificiali, come la plastica. Questo non è un campo di gioco equo per un confronto genuino, e quindi sono necessari nuovi standard industriali di prestazione per i materiali naturali. Infatti, la lana spesso supera i suoi rivali plastici nel settore dell'imballaggio isolante quando viene confrontata scientificamente in situazioni equivalenti.

Avendo lavorato nell'industria dell'imballaggio dal 1978, ho visto una crescita enorme nell'uso indiscriminato della plastica. Come designer, consulente e consigliere per i clienti, spesso diventando parte integrante delle loro aziende, ho aiutato le imprese a commercializzare con successo i loro prodotti, introducendo soluzioni di imballaggio superiori e innovative, nella maggior parte dei casi utilizzando materiali naturali.

Durante una consulenza con il National Trust nel 2002, è nata l'idea di usare pura lana di pecora come materiale isolante per l'imballaggio. Un momento "Eureka"!

Devo ammettere che, crescendo negli anni '50 e '60, non avevo alcuna conoscenza dei benefici della lana. Tutta la pubblicità ruotava attorno ai nuovi materiali "super" come il Bri-Nylon. Durante la ricerca per articoli scientifici sulle proprietà delle fibre di lana, i documenti più rilevanti che trovai risalivano agli anni '50!

Una fibra tecnica "intelligente"

Dal 2009 ad oggi, i clienti che sono passati all'imballaggio isolante Woolcool hanno evitato che circa 45 milioni di kg di plastica (EPS) finissero in discarica e hanno utilizzato la lana di circa 70 milioni di pecore, che proviene dal Regno Unito e dall'UE.

Oggi esistono molti materiali tessili artificiali ad alta tecnologia, ma finora la scienza non è riuscita a produrre una fibra alternativa che possieda tutte le proprietà complesse della lana naturale di pecora. Tra i suoi numerosi attributi, la lana è impermeabile, elastica, ignifuga, isolante, antibatterica e assorbente. Inoltre, è veramente sostenibile, riciclabile e compostabile.

Si aprono grandi opportunità di innovazione nell'industria globale della lana, per utilizzarla come alternativa valida e sostenibile in molte applicazioni industriali, contribuendo a ridurre la quantità di lana attualmente sprecata e ad aggiungere valore per gli allevatori di pecore in tutto il mondo. Tuttavia, a lungo termine, ciò richiederà un impegno verso una nuova mentalità di investimento per un'industria della lana sostenibile, inclusa la disponibilità a investire nella ricerca di metodi innovativi per la raccolta ed il lavaggio della lana.

Abstract *ENG*

Historically, science has pursued a premise that Nature can be understood fully, its future predicted precisely, and its behavior controlled at will. However, emerging knowledge indicates that the nature of Earth and biological systems transcends the limits of science, questioning the premise of knowing, prediction, and control. This knowledge has led to the recognition that, for civilized human survival, technological society must adapt to the constraints of these natural systems.

Simultaneously, spurred by developments in the understanding of materials (non-biological and biological), applied scientific research pursues a contrary goal of controlling the material world, with the promise of spectacular economic growth and human well-being. If adaptation to Nature is so important, why does applied research pursue a contrary course?

Adapting to Nature requires a recognition of the limitations of science, and espousal of human values. Although the concept of adapting to Nature is accepted by some, especially conservation ecologists, such an acceptance may not exist among the general population. Also, in a world dominated by democratic ideals of freedom and liberty, the discipline required for adapting to Nature may often be overridden by competition among various segments of society to exercise their respective rights.

Over the past 100 years, a series of cultural and scientific events have changed the popular perception of natural materials, and this change has resulted in a situation where consumers understand the need for sustainability but are poorly informed about what it means in practice. Terms such as 'green,' 'organic,' 'fair trade' and 'environmentally friendly' have been exploited by marketeers, and as a result their original meanings have been sacrificed upon the altar of market share. People are torn between the desire for an ever-improving lifestyle that necessitates the use of man-made products created from finite resources and the more sensible use of natural materials as a credible alternative but often have too little information to make an informed choice as to where to strike the balance.

'**You cannot be serious!**'

In 2008, this was the genuine reaction of a Big Pharma buyer to the suggestion that they might consider using wool fibre rather than expanded polystyrene (EPS) as an insulated packaging material! To propose such an incredulous suggestion back then would cause an industrial buyer to check if you were wearing beads or sandals or were under the influence of some mind-changing substance. They would then dismiss you with a comment that such a suggestion was too eccentric to take seriously. 'We all know that natural materials are more expensive to produce and don't perform as well as man-made.' End of conversation.

This belief is so deeply entrenched that it has become one of those things that everyone just accepts. It's axiomatic. But it's also simply and straightforwardly wrong: and in some contexts, we know it's wrong. Who would prefer a suit made from polyester to one made of wool?

So, how did Woolcool begin to change this?

Without doubt the biggest challenges to innovation in wool and its implementation in any industrial field are Credibility, Education, and Regulatory Industry Performance Criteria, where the latter are often based upon the characteristics of manmade materials, such as plastics. This is not a level playing field for genuine comparison and therefore new industrial performance standards are required for Natural Materials. Indeed, wool frequently outperforms its plastic rivals in the insulated packaging sector when compared scientifically in like for like situations.

Having worked in the packaging industry since 1978, I have seen a huge growth in the indiscriminate use of plastic packaging. As a designer, consultant and advisor to clients, often becoming an integral part of their businesses, I have helped companies market their products successfully, through the introduction of superior and innovative packaging solutions, in most cases employing natural materials.

While engaged as a packaging consultant with The National Trust in 2002, using pure sheep's wool as an insulated packaging material was first conceived. A "Eureka" moment!

I must admit that growing up during the 50's and 60's I had no knowledge of the benefits of wool. All advertising revolved around the new 'super' materials such as Bri-Nylon. When researching for scientific papers about the properties of wool fibres, the most relevant I could find dated back to the 1950's!

A Technical 'Smart Fibre'

From 2009 to date, customers switching to Woolcool insulated packaging have saved around 45 million kgs

of plastic packaging (EPS) from ending up in landfill on our planet and have utilised the wool from approximately 70 million sheep which we source from the UK and EU.

Today, there are many hi-tech manmade textile materials, but to date, science has been unable to produce an alternative fibre that possesses all the complex properties of natural sheeps' wool. Amongst its many attributes, wool is waterproof, elastic, fire-resistant, insulative, antibacterial and absorbent. Wool is also genuinely sustainable, recyclable and compostable.

The door is wide open for innovative thinking in the global wool industry to use wool as viable and sustainable alternative in many industrial applications, to help reduce the amount of wool that currently goes to waste and to add value to wool for sheep farmers around the world. However, for the long-term this will require a commitment to a whole new investment mindset for a sustainable wool industry, including a readiness to research into innovative methods for collection, washing and scouring.

Bibliografia | *References*

T. N. Narasimhan authored "Limitations of Science and Adapting to Nature" (2007)

Cassie ABD (1958) The physics of fibres with special reference to wool. British Journal of Applied Physics 9(9): 341—348

Morris, A. and K. Spilsbury. (2016). Commercialisation of a natural material wool: A bio-based PCM, Green Materials, 4(GMAT2), pp. 89—97.

Morris, A. (2012). Sustainable packaging is a reality not a myth. Packaging News, 27th June 2012.

Gomitolorosa
Nuova vita per la lana nel mondo della salute e del benessere

Gomitolorosa
New life for wool in the world of health and wellness

Alberto Costa
MD, Founder and President, Gomitolorosa
presidenza@gomitolorosa.org

Ivana Appolloni
CEO, Gomitolorosa
ivana.appolloni@gomitolorosa.org

Giuseppina Buzzi
Board Member, Gomitolorosa
giuseppinabuzzi13@gmail.com

Abstract

ITA

Vedere la lana scomparire lentamente dalle nostre vite è stato triste per chi appartiene alla generazione che ricorda vividamente le festive giornate primaverili in cui il materassaio veniva ogni anno a rinnovare e rivitalizzare materassi e cuscini, le madri e le zie chiacchieravano con le amiche mentre lavoravano a maglia maglioni e sciarpe per l'inverno, e bacinelle di acqua e sapone venivano usate per realizzare ogni tipo di oggetto in feltro, dai tappeti alle pantofole.

In un'economia fortemente concentrata sulla ricerca di profitti sempre crescenti, anche a scapito della qualità e del rispetto dell'ambiente, è stato facile per le fibre sintetiche superare la lana e quasi eliminarla dall'industria tessile e dell'abbigliamento, riducendone la quota all'1-2% che rappresenta oggi.

Il nostro progetto è iniziata intorno al 2010, riunendo un gruppo di amici interessati all'argomento, sia perché sensibili alle tematiche ambientali, sia—ed è giusto dirlo—perché provenivano da Biella e quindi, per definizione, particolarmente legati al valore della lana.

Abbiamo iniziato osservando che lavorare a maglia ha resistito nel tempo e continua ad affascinare molte persone, quasi tutte donne. Chi di noi proveniva dal mondo medico sapeva bene che negli ospedali i pazienti abituati a lavorare a maglia o all'uncinetto erano immediatamente riconoscibili, sia per la loro maggiore capacità di controllare ansia e persino dolore, sia per il miglioramento nelle capacità decisionali e nella memoria.

Lavorare a maglia, ovviamente, non richiede elettricità né Wi-Fi, ed è leggero e portatile.

Ci siamo ispirati all'esperienza dell'Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro (AIRC), che anni fa decise di acquisire dalla Regione Sicilia tutte le arance rimaste dalla distribuzione delle quote europee con altri stati membri dell'UE. Ogni anno, le "arance della ricerca," che prima venivano schiacciate dai bulldozer e poi gettate via, compaiono nelle piazze italiane alla fine di gennaio. Vengono vendute dietro generose donazioni e finanziano una dozzina di laboratori di ricerca sul cancro in Italia.

Nel 2012 abbiamo fondato GOMITOLOROSA, con sede a Biella. Abbiamo raccolto un primo gruppo di donazioni e, con l'assistenza gratuita e solidale del Lanificio Piacenza, abbiamo prodotto le prime 50.000 matasse di lana rosa.

La scelta del colore richiede una spiegazione. Dopo che Elton John decise di lanciare la prima campagna sull'AIDS scegliendo il rosso tipico come colore dei nastri, Estée Lauder scelse il rosa come colore designato per il cancro al seno. Gradualmente, ogni associazione di pazienti ha scelto un colore per rappresentare la propria malattia, e oggi è possibile trovare facilmente una tabella dei colori di tutte le malattie su Wikipedia.

Tornando ai nostri ambienti di lavoro originari, però, è diventato subito chiaro che la domanda di matasse di lana negli ospedali era molto più alta.

Grazie alla generosa donazione della famiglia Mortara Ottolenghi di Milano, siamo stati presto in grado di commissionare uno studio clinico presso l'Istituto Neurologico Besta basato su test EEG (elettroencefalogramma) sia prima che dopo un periodo di venti minuti di uncinetto. Il test è stato ripetuto su 40 persone che lavoravano regolarmente a maglia e su 25 controlli: i risultati sono stati sorprendenti. Le tracciature EEG emerse ogni volta dalla macchina mostravano linee molto simili a quelle ottenute con lo yoga e la meditazione trascendentale.

Alcuni dei principali risultati emersi dalla ricerca promossa dall'ente filantropica Gomitolorosa e condotta dai ricercatori della Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta di Milano sono: lavorare a maglia (sia a ferri che all'uncinetto) fa bene al cervello e alla mente. Blocca i pensieri intrusivi, aumenta il livello di attenzione verso un'attività specifica e, nel caso dei pazienti oncologici, li rende più concentrati, consapevoli e informati durante le discussioni con gli oncologi, quando è necessario prendere decisioni cruciali riguardo al loro trattamento e compiere scelte fondamentali che riguardano la loro salute.

Questa maggiore capacità di attenzione è cruciale per chi è in trattamento, poiché permette di comprendere meglio la malattia e le misure da adottare per superarla e raggiungere la guarigione. Questo fenomeno è ben noto in psico-oncologia e viene definito "empowerment del paziente", ovvero la "potenza mentale" del paziente, che diventa molto più capace di comprendere la propria malattia e i suoi effetti sul corpo, ricerca attivamente informazioni e può porre domande pertinenti ai medici e agli operatori sanitari. Una comunicazione efficace tra medico e paziente porta benefici significativi, aumenta la soddisfazione del paziente e ha un impatto positivo sulla qualità della vita e sul processo di guarigione.

Per quanto riguarda la somiglianza tra lavorare a maglia e mindfulness, lo studio dimostra come la maglia aumenti la concentrazione delle persone, in modo simile alla meditazione; tuttavia, mentre la meditazione tipicamente implica un controllo attentivo dall'alto verso il basso, l'uncinetto richiede movimenti coordinati delle dita e attenzione rapida ai dettagli, suggerendo un diverso coinvolgimento delle reti attentionali. La discussione suggerisce che l'uncinetto possa agire come esercizio riabilitativo intensivo che coinvolge entrambe le mani. Un aspetto innovativo è che l'attenzione raggiunta lavorando a maglia è immediata, appena si inizia il lavoro, e si mantiene anche per 15-20 minuti dopo aver terminato.

Un altro punto in fase di studio riguarda la possibilità che lavorare a maglia possa contribuire allo sviluppo di protocolli dedicati alla riabilitazione cognitiva in alcune patologie del sistema nervoso. L'ipotesi di partenza è che la maglia possa influenzare positivamente il recupero o rallentare la progressione di alcuni sintomi nelle malattie neurologiche. La complessità della maglia, impegnativa sia concettualmente che manualmente, potrebbe favorire lo sviluppo di strategie alternative per il comportamento motorio e influenzare positivamente le attività cognitive, soprattutto l'attenzione.

Questo studio, condotto dal Dr. Sebastiano Rossi e disponibile online perché pubblicato sulla rivista Scientific Reports, costituisce una importante dimostrazione scientifica degli effetti positivi della maglia sulla mente e ci ha incoraggiati a promuovere formalmente questa pratica negli ospedali italiani.

Da qui nasce il termine WOOL THERAPY, che può essere criticato per suggerire che la lana sia una medicina, ma che è in realtà sempre più accettato come simbolo del benessere generato dal lavorare a maglia con la lana (le fibre sintetiche, essendo sostanzialmente plastiche, non hanno lo stesso effetto).

Il periodo Covid ha visto una crescita esponenziale della presenza di Gomitolorosa negli ospedali, in quasi tutte le regioni italiane. Il programma si chiama "Il filo che unisce" (come mostrato sul sito dell'associazione www.gomitolorosa.org) e si basa sulla distribuzione gratuita di matasse di lana italiana, insieme a un uncinetto e a una "guida" con disegno per realizzare un esagono colorato. Gomitolorosa produce matasse di lana esclusivamente con lana italiana e in quindici colori diversi, ciascuno rappresentante una malattia differente. Chiunque voglia provare, o sappia già lavorare a uncinetto, può ricevere un kit di "wool therapy" dai nostri volontari e iniziare a realizzare esagoni. Questi vengono poi raccolti nei giorni successivi e uniti per formare coperte o scialli, frutto del lavoro collettivo di molte donne con problemi di salute e quindi simbolo concreto di solidarietà umana e sociale. I prodotti vengono poi donati a persone bisognose o in situazioni di vulnerabilità.

A tredici anni dalla sua fondazione, Gomitolorosa vanta una posizione altamente rispettata nel panorama sanitario italiano, presente in oltre 40 ospedali dal Nord al Sud e avendo appena iniziato quest'anno la campagna di distribuzione nelle case di riposo (RSA).

Il modello Gomitolorosa ha ispirato esperienze simili all'estero e ha portato alla creazione di una fondazione dedicata (EWE, European Wool Exchange), che organizza da cinque anni la Giornata Europea della Lana (EWE Foundation, n.d.).

Naturalmente, siamo ancora lontani dal pensare di recuperare l'eccesso di lana europeo per uso nel settore salute e benessere. Tuttavia, riteniamo che valga la pena esplorare questa strada, oltre agli usi più industriali come la produzione di isolamento per edifici o fertilizzante naturale per l'agricoltura (Agrivello, n.d.).

Per riflettere ulteriormente sulla scala del problema, basti considerare il successo dei cosiddetti "sensory sleeves", nati in Croazia e diffusi successivamente in molti altri paesi europei. Queste maniche di lana multicolore, con sporgenze e decorazioni fantasiose, possono essere utilizzate con pazienti affetti da Alzheimer durante momenti di panico o paura. La manica "distrare" la mente del paziente, cattura la sua attenzione e lo calma gradualmente.

Considerando che in Europa ci sono tra i 6 e i 7 milioni di malati di Alzheimer, si potrebbe quasi dire che se si realizzasse una manica per ciascuno di loro, si potrebbe utilizzare quasi tutta la lana in eccesso!

Abstract *ENG*

Watching wool slowly disappear from our lives has been deeply painful for those of us who belong to the generation that vividly remembers the festive spring days when the mattress maker would come every year to refresh and revitalize mattresses and pillows, mothers and aunts chatting with friends while knitting sweaters and scarves for the winter, and basins of water and soap used to make all kinds of felt objects, from rugs to slippers.

In an economy heavily focused on the pursuit of ever-increasing profits, even at the expense of quality and respect for the environment, it was easy for synthetic fibers to outcompete wool and almost quickly drive it out of the textile and clothing industry, reducing its share to the 1-2% it currently represents.

Our discussion began around 2010, bringing together a group of friends interested in the topic, both because they were sensitive to environmental issues and also—it's fair to say—because they were from Biella and therefore, by definition, particularly attached to the value of wool.

We began with the observation that knitting has endured over time and continues to fascinate many people, almost all of them women. Those of us who came from the medical world knew full well that in hospitals, patients accustomed to knitting or crocheting were immediately noticeable, both for their greater ability to control anxiety and even pain, and for their improved decision-making and memory.

Knitting obviously doesn't require electricity or Wi-Fi and is lightweight and portable.

We were inspired by the experience of the Italian Association for Cancer Research (AIRC), which decided years ago to take over from the Region of Sicily all the oranges left over from the distribution of European quotas with other EU member states. Every year, the "research oranges," which were previously crushed by bulldozers and then thrown away, appear in squares across Italy at the end of January. They are sold for generous donations and go to fund a dozen cancer research laboratories in Italy.

In 2012, we founded GOMITOLOROSA, based in Biella. We raised an initial group of donations and, with the free and supportive assistance of Lanificio Piacenza, produced the first 50,000 pink balls of yarn.

The choice of colour requires explanation. After Elton John decided to launch the first AIDS campaign by choosing the typical red as the colour of his ribbons, Estée Lauder also decided to choose pink as the designated colour for breast cancer. Gradually, each patient association chose a colour to represent its disease, and today, a colour chart of all the diseases can easily be found on Wikipedia.

Returning to our original work environments, however, it quickly became clear that the demand for wool balls in the hospital was much higher.

Thanks to the generous donation of the Mortara Ottolenghi family of Milan, we were soon able to commission a clinical study at the Besta Neurological Institute based on EEG (electroencephalogram) tests both before and after a twenty-minute crochet session. The test was repeated on 40 people who regularly knit and on 25 controls: the results were surprising. The EEG tracings that emerged each time from the machine showed very similar lines to those obtained with yoga and transcendental meditation.

Some of the main findings emerging from the research promoted by Gomitolorosa Philanthropic Organization and conducted by researchers at the Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta in Milan are: Knitting (both knitting and crocheting) is good for the brain and mind. It stops intrusive thoughts, increases the level of attention to a specific activity, and, in the case of cancer patients, makes them more focused, aware, and informed during discussions with oncologists, when it is necessary to make crucial decisions regarding their treatment and to make crucial choices that affect their health.

This increased attention span is crucial for those undergoing treatment, as it allows them to better understand their illness and the measures to take to overcome it and achieve recovery. This is a well-known phenomenon in psycho-oncology and is called "patient empowerment," literally, "mental empowerment" of the patient, who becomes much more capable of understanding their illness and its effects on their body, actively seeks information, and is able to ask doctors and healthcare professionals relevant questions. Effective communication between doctor and patient brings significant benefits. It increases patient satisfaction and has a positive impact on quality of life and the healing process.

Regarding the similarity of knitting with mindfulness, the study demonstrates how knitting has the ability to increase people's concentration, similar to meditation, however, while meditation typically involves top-down attentional and regulatory control, crochet requires coordinated finger movements and rapid attention to detail, suggesting a different engagement of attentional networks. The discussion suggests that crochet could act as an intensive rehabilitative exercise involving both hands. An innovative aspect is that the attention achieved by knitting is immediate, as soon as the work begins, and is maintained even after finishing knitting for an additional 15-20 minutes.

Another point being investigated concerns the possibility that knitting could contribute to the development of protocols dedicated to cognitive rehabilitation in certain nervous system pathologies. The starting hypothesis is that knitting can positively influence the recovery or slow the progression of certain symptoms in neurological diseases. The complexity of knitting, demanding both conceptually and manually, could foster the development of alternative strategies for motor behavior and positively influence cognitive activities, especially attention.

This study, conducted by Dr. Sebastiano Rossi and available online because it was published in the journal Scientific Reports, constitutes important scientific demonstration of the positive effects of knitting on our minds and has encouraged us to formally promote this procedure in Italian hospitals.

Thus, the term WOOL THERAPY was born, which may be rightly criticized for suggesting that wool is a medicine, but is increasingly accepted as a symbol of the well-being brought on by knitting with wool (synthetic fibres, being essentially plastic, do not have the same effect).

The Covid period has seen an exponential growth in Gomitolorosa's presence in hospitals, in almost every Italian region. The program is called "The Thread that Unites" (as shown on the association's website www.gomitolorosa.org) and is based on the free distribution of balls of native Italian wool, along with a crochet needle and a "guide" drawing for making a coloured hexagon. Gomitolorosa produces balls of wool exclusively with Italian wool and in fifteen different colours, each representing a different ailment. Anyone who wants to try it, or who already knows how to crochet, can receive a "wool therapy" kit from our volunteers and begin making hexagons. These are then collected over the following days and woven together to form blankets or shawls, the fruit of the collective labour of many women with health problems and thus a concrete symbol of human and social solidarity. The products are then donated to people in need or in vulnerable situations.

13 years after its founding, Gomitolorosa boasts a highly respected position in the Italian healthcare landscape, present in over 40 hospitals from North to South and having just begun its distribution campaign in nursing homes (RSA) this year.

The Gomitolorosa model has inspired similar experiences abroad and prompted the creation of a dedicated foundation (EWE, European Wool Exchange), which has been organizing European Wool Day for five years now (EWE Foundation, n.d.).

Of course, we're far from even thinking about recovering Europe's excess wool for use in health and wellness. However, we believe it's worth exploring this avenue, in addition to more industrial uses such as the production of insulation for buildings or natural fertilizer for agriculture (Agrivello, n.d.).

To further reflect on the scale of the problem, consider the success of the so-called "sensory sleeves," which originated in Croatia and has since spread to many other European countries. These multi-coloured woollen sleeves, with imaginative protrusions and decorations, can be used with Alzheimer's patients during moments of panic or fear. The sleeve "distracts" the patient's mind, attracts their attention, and gradually calms them down.

Considering that there are between 6 and 7 million Alzheimer's patients in Europe, one could almost say that if you made a sleave for each of them, you could use almost all the excess wool!

Bibliografia | *References*

Agrivello—Pellet fertilizzante naturale 100% di lana di pecora. (n.d.). Agrivello. Retrieved September 26, 2025, from https://agrivello.it/

EWE Foundation — European Wool Exchange. (n.d.). Retrieved September 26, 2025, from https://ewe.network/

Rossi Sebastiano, D., Muscio, C., Duran, D., Bonfoco, D., Dotta, S., Anversa, P., Pellencin, E., Tiraboschi, P., & Visani, E. (2025). Crochet increases attention through a requiring motor skill learning. *Scientific Reports*, *15*(1), 4141. https://doi.org/10.1038/s41598-025-88777-9

La sostenibilità della lana
Gli approcci del design

Questo capitolo esplora due approcci progettuali: il *Material-Driven Design* e l'*Holistic Sustainability Framework*, attraverso etnografie di progetto e prototipi. Questi approcci promuovono una comprensione situata della lana locale, legata alla sua catena di valore e al suo significato simbolico-culturale, nonché la sperimentazione concreta attraverso la lana nella sua materialità, in grado di alimentare un più forte senso di appartenenza ai luoghi.
Attingendo ai resoconti etnografici dei progetti scandinavi (Reitan Andersen, Pedersen, Nyvang) e alle esperienze in corso con gli studenti di design in Arabia Saudita (Tawfiq, Salem), il capitolo mira a promuovere un percorso verso la sostenibilità della lana, capace di collegare diversi paesi, razze ovine locali e culture.

Wool sustainability
Design approaches

This chapter explores two design approaches - Material-Driven Design and the Holistic Sustainability Framework - through project ethnographies and prototypes. These approaches promote a situated understanding of local wool, including its value chain and cultural symbolism, as well as hands-on experimentation with wool as a material, capable of nurturing a stronger sense of place.
Drawing on ethnographic accounts from Scandinavian projects (Reitan Andersen, Pedersen, Nyvang) and ongoing experiences with design students in Saudi Arabia (Tawfiq, Salem), this chapter aims to foster a path toward wool sustainability that can connect different countries, local sheep breeds, and cultures.

Esplorare il Place-Based Material Driven Design come Strategia per Amplificare la Progettazione e l'Uso delle Fibre Tessili

Exploring Place-Based Material Driven Design as a Strategy for Enhancing Resourcefulness in Textile Fibres

Kirsti Reitan Andersen
Royal Danish Academy — Architecture, Design, Conservation
kian@kglakademi.dk
ORCID iD: 0000-0002-2047-4727

Esben Rahbek Gjerdrum Pedersen
Copenhagen Business School
ergp.msc@cbs.dk
ORCID iD: 0000-0003-2628-9087

Linda Nyvang
Royal Danish Academy — Architecture, Design, Conservation
lnyv@kglakademi.dk

Parole chiave
Territorio, material driven design, sostenibilità, tessili, lana.

Keywords
Place, material driven design, sustainability, textiles, wool.

Abstract

ITA

Basandosi sulle teorie del *place-based business* e sul *Material Driven Design* (MDD), questo abstract esplora il ruolo del territorio nella necessaria transizione verso pratiche sostenibili nell'industria tessile e della moda (Böhm e Alexander, 2024; Guthey et al., 2014; Karana et al., 2015; Sarokin e Bocken, 2024). Secondo la letteratura sul concetto di "territorio", il termine può riferirsi sia a una località geografica specifica, sia a un "senso del luogo" — cioè ai significati e sentimenti associati a una determinata località (Shrivastava e Kennelly, 2013).

Concentrandosi particolarmente sulla lana, questo abstract si concentra sul potenziale di collaborazione e apprendimento interdisciplinare che nasce non solo dalla prossimità fisica e culturale, ma anche da un crescente 'senso del luogo' favorito da un coinvolgimento più stretto con le fibre tessili locali e le relative competenze. Empiricamente, si basa su interviste condotte con aziende norvegesi impegnate nella produzione locale di tessili e abbigliamento, nell'ambito del progetto di ricerca KRUS, insieme a interviste e osservazioni partecipate condotte all'interno del progetto di ricerca READY.

Si suggerisce che un approccio MDD basato sul territorio possa offrire una comprensione più sfumata delle sfide e delle opportunità legate alla sostenibilità nell'industria tessile e della moda.

Inquadramento teorico

Il MDD è un processo di design che parte *dalle proprietà intrinseche e dalle qualità esperienziali* di un materiale, piuttosto che da una forma o funzione predefinita, per guidare lo sviluppo di nuovi prodotti ed esperienze significative. Sebbene il designer rimanga centrale in questo processo, il MDD promuove un approccio fortemente interdisciplinare, invitando prospettive da tutta la filiera produttiva (Karana et al., 2015). Bak-Andersen (2018) e Ribul (2021) hanno esaminato come il MDD possa anche supportare la circolarità e/o la sostenibilità.

La ricerca sul *place-based business* suggerisce che le aziende con un forte senso del luogo tendano ad agire in modo più responsabile dal punto di vista sociale e ambientale (Guthey, 2014). La prossimità geografica consente un coinvolgimento più profondo e collettivo con i materiali locali, favorendo l'esplorazione condivisa e la costruzione di conoscenze. Il "place-based" può diventare una fonte di creazione di valore (Andersen & Pedersen, 2024).

Basandosi su questo concetto, l'abstract offre una visione più articolata di come un approccio MDD radicato nel territorio possa contribuire alla transizione verso la sostenibilità.

Metodologia

Questa esplorazione si basa su due set di dati qualitativi. Il primo proviene da interviste semi-strutturate condotte con 14 aziende norvegesi impegnate nella produzione locale di tessili e moda (Kvale, 2007), con

particolare interesse per l'utilizzo della lana della razza ovina nordica Spælsau. Il secondo set di dati è stato raccolto tramite interviste semi-strutturate, osservazione partecipata e pratica progettuale basata sul MDD, svolta all'interno del progetto di ricerca danese READY (Spradley, 1979; Karana et al., 2015).

Discussione

Negli ultimi decenni, i Paesi scandinavi hanno esternalizzato gran parte della loro produzione tessile e di moda, causando una perdita di infrastrutture, competenze e conoscenze nella lavorazione delle fibre tessili (Keys et al., 2023). Questo processo ha avuto impatti fin dalla fase di produzione della fibra. Ad esempio, oggi i mercati globali della lana sono influenzati da pratiche di allevamento monoculturali, che hanno portato al declino di razze locali un tempo apprezzate per il loro vello. Secondo Yavuz et al. (2024), questa standardizzazione delle risorse naturali minaccia la biodiversità, destabilizza le economie locali e mette a rischio l'agricoltura su piccola scala.

I titolari di aziende impegnate nella produzione locale in Norvegia hanno espresso frustrazione per questi sviluppi, che nel contesto locale hanno portato alla svalutazione della lana di Spælsau, mentre la lana importata continua a essere utilizzata. Come ha affermato un intervistato, il costume tradizionale norvegese *bunad* "[...] dovrebbe essere realizzato con lana norvegese.". Motivati dall'uso e dalla valorizzazione delle risorse locali, gli attori locali sono partiti dalla fibra di lana Spælsau, collaborando tra design, filatura e tessitura per esplorarne il potenziale, creando prodotti che mettono in risalto le qualità uniche di questa fibra. Nel progetto READY, i partecipanti provenienti dal design e dagli uffici vendite hanno riferito che il coinvolgimento diretto con un filatoio locale ha fornito preziose informazioni sulle qualità della fibra, ma anche sulle sfide e opportunità legate al riciclo delle fibre tessili. Un partecipante ha osservato che lavorare direttamente con le fibre, in un contesto collaborativo, ha offerto una comprensione molto più profonda dei materiali e della sostenibilità rispetto all'apprendimento passivo. Questo approccio collettivo e fortemente esperienziale (*embodied*) ha rivelato il potenziale — e i limiti — delle fibre nei sistemi tessili sostenibili.

Conclusione

Questo studio suggerisce che un approccio MDD *place-based* può offrire una comprensione più articolata di come perseguire la sostenibilità nell'industria tessile e della moda. Oltre ai vantaggi della prossimità geografica e della collaborazione interdisciplinare, il coinvolgimento iniziale con fibre e competenze locali può contribuire a coltivare un senso del luogo più profondo. Questo, a sua volta, può favorire pratiche aziendali più radicate e responsabili.

Abstract *ENG*

Drawing on theories of place-based business and Material Driven Design (MDD), this extended abstract explores the role of place in the much-needed transition toward sustainable practices in the textile and fashion industry (Böhm and Alexander, 2024; Guthey et al., 2014; Karana et al., 2015; Sarokin and Bocken, 2024). Within the broader literature on 'place,' the term can refer both to a specific geographical location and to a 'sense of place'—the meanings and feelings associated with a given location (Shrivastava and Kennelly, 2013).

With particular attention to wool, this abstract focuses on the potential for cross-disciplinary collaboration and learning that arises not only through physical and cultural proximity, but also through a growing 'sense of place' fostered by closer engagement with local textile fibres and skills. Empirically, it draws on interviews with Norwegian companies engaged in local textile and garment production as part of the KRUS research project, along with interviews and participant observation conducted within the research project READY.

It is suggested that a place-based MDD approach may enable a more nuanced understanding of the challenges and opportunities involved in pursuing sustainability in the textile and fashion industry.

Theoretical Framing

MDD is a design process that begins with a material's *intrinsic properties* and *experiential qualities*, rather than a predefined form or function, to guide the development of new products and meaningful experiences. While the designer remains central in this process, MDD promotes a strongly cross-disciplinary approach, inviting perspectives from across the value chain into the investigation (Karana et al., 2015). Bak-Andersen (2018) and Ribul (2021) have examined how MDD may also support circularity and/or sustainability.

Research on place-based business suggests that companies rooted in a sense of place tend to act in more socially and environmentally responsible ways (Guthey, 2014). Geographical proximity allows deeper, more collective engagement with (local) materials, fostering shared exploration and knowledge building. 'Place' may become a source of value creation (Andersen & Pedersen, 2024).

Drawing on the concept of place, this extended abstract offers more nuanced insight into how a place-based MDD-approach may inform a transition towards sustainability.

Methodology

Empirically, this exploration draws on two sets of qualitative data. First, it draws on semi-structured interviews with 14 Norwegian firms engaged in local textile and fashion manufacturing (Kvale, 2007), with a particular interest in using wool from the Nordic sheep breed 'Spælsau'. Second, it draws on data collected through semi-structured interviews, participant observation, and design practice rooted in MDD, carried out within the Danish research project READY (Spradley, 1979; Karana et al., 2015).

Discussion

Over recent decades, Scandinavian countries have outsourced most of their textile and fashion production, leading to a loss of infrastructure, expertise, and competencies in processing textile fibres (Keys et al., 2023). This goes all the way back to the fibre. For instance, today, global wool markets are shaped by monocultural breeding practices, resulting in the decline of diverse local breeds once prized for their fleece. According to Yavuz et al. (2024), this standardisation of natural resources threatens biodiversity, destabilises local economies, and endangers small-scale farming.

Owner-managers invested in local manufacturing in Norway voiced frustration over these developments, which in the local context has resulted in the devaluation of wool from 'Spælsau', while imported wool continues to be used. In the words of one respondent, the Norwegian folk costume 'bunad': "ought to be made from Norwegian wool." Invested in using and strengthening the use of local resources, local actors started from the Spælsau wool fibre, collaborating across design, spinning and weaving to explore its potential, creating products that showcase the unique qualities of this fibre. In the READY project, participants from design and sales reported that hands-on engagement with a local spinning mill provided valuable insights into fibre qualities but also challenges and opportunities in relation to textile fibre recycling. One participant noted that working directly with fibres, in a collaborative setting, offered a far deeper understanding of both materials and sustainability than passive learning ever could. This embodied, collective approach revealed the nuanced potential—and limitations—of fibres in sustainable textile systems.

Conclusion

This study suggests that a place-based MDD approach can offer nuanced insight into how sustainability may be pursued in the textile and fashion industry. Beyond the advantages of geographical proximity and cross-disciplinary collaboration, initial engagement with local fibres and skills may help cultivate a deeper sense of place. This, in turn, can support more grounded, responsible business practices.

Bibliografia | *References*

Andersen, K. R. & Pedersen, E. R. G. (2024). Place and Sense of Place in Local Manufacturing: How Local Fashion and Textile Companies in Norway Work With and Through Place-based Tensions. *Local Economy*, *39*(3-4), 107-126. https://doi.org/10.1177/02690942241306015

Bak-Andersen, M. (2018) When matter leads to form: Material driven design for sustainability. *Temes de Disenny*, 34, 12-33.

Böhm, S. & Alexander, A. T. (2024). Towards a place-based approach to circular innovation. *JIM* 12(1), XII—XXII.

Guthey, G. T., Whiteman, G. & Elmes, M. (2014). Place and sense of place: implications for organizational studies of sustainability. *Journal of Management Inquiry,* 23(3), 254—265. https://doi.org/10.1177/10564926135175

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V. & van der Laan, A. Z. (2015). Material Driven Design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54.

Kvale, S. (2007). *Doing Interviews.* London: Sage Publications Ltd

Ribul, M., Goldsworthy, K. & Collet, C. (2021) Material-Driven Textile Design (MDTD): A methodology for designing circular material-driven fabrication and finishing processes in the materials science laboratory. *Sustainability*, *13*(3), 1268. https://doi.org/10.3390/su13031268

Sarokin, S. N. & Bocken, N. M. P. (2024). Pursuing profitability in slow fashion: exploring brands'

profit contributors. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141237.

Yavuz, C. U., Bektas, M. & Ayala-Garcia, C. (2024). FERAL WOOL. Designing with a vibrant matter with care and cosmo-ecological perspective in times of troubled abundance. *Inmaterial*, 9 (17), 10-45. https://doi.org/10.46516/inmaterial.v9.204

Spradley, J. (1979). *The Ethnographic Interview*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Da Risorsa Sottovalutata a Fibra Sostenibile di Alta Qualità
Applicazione del Framework Olistico per la Sostenibilità al fine di restituire valore alla Lana Locale

From Underutilized Resource to Premium Sustainable Fiber
Implementing the Holistic Sustainability Framework to Reposition Local Wool

Wijdan Tawfiq
King Abdulaziz University
wtawfiq@kau.edu.sa
ORCID iD: 0000-0003-4213-2856

Shadia Salem
King Abdulaziz University
sssalem@kau.edu.sa
ORCID iD: 0000-0002-4908-9822

Parole chiave
Moda sostenibile, framework olistico per la sostenibilità, lana, arabia saudita, design artigianale.

Keywords
Sustainable fashion, holistic sustainability framework, wool, saudi arabia, craft design.

Abstract

ITA

La lana ha ricevuto una crescente attenzione internazionale come materiale sostenibile grazie a iniziative e promozioni culturali (Cliţan, 2021; Ferrero-Regis, 2020). Secondo l'Autorità Generale per le Statistiche (2024), l'Arabia Saudita possiede 29,4 milioni di pecore, ma la lana di razze come Naimi, Najdi, Harri e Roman è ancora sottovalutata a causa della limitata infrastruttura di lavorazione e di pregiudizi sulla sua qualità (Al-Masoudi & Dabbas, 2023; Almalki & Tawfiq, 2023). Ciò comporta perdite ambientali ed economiche, oltre a ridurre l'importanza culturale della lana, in particolare il suo ruolo storico nella tessitura Al-Sadu, un mestiere riconosciuto dall'UNESCO (Delegazione Permanente del Regno dell'Arabia Saudita, n.d.).

Attraverso studi comparativi (Almalki & Tawfiq, 2023; Cliţan, 2021), questa ricerca colloca la lana saudita all'interno di un framework olistico di sostenibilità, dimostrando come le fibre sottovalutate possano essere reinterpretate attraverso l'innovazione *design-driven* per promuovere la sostenibilità culturale tramite l'artigianato e favorire la diversificazione economica. La ricerca si è svolta in due fasi: sviluppo di prototipi e valutazione dei prodotti. Nella prima fase, tre studenti iscritti a un corso di sviluppo prodotto hanno proposto tre idee progettuali distinte. Sono stati creati prototipi artigianali utilizzando lana biologica. Nella seconda fase, i prodotti finalizzati saranno testati dai consumatori.

Quadro teorico

Questo studio applica il framework olistico per la sostenibilità (HSFEAS), che amplia il tradizionale modello FEA per il design dell'abbigliamento includendo qualità funzionali, estetiche, emotive e simboliche (Cheng, 2024). A livello di prodotto, il framework guida il design della lana saudita affinché sia pratico e durevole, promuovendo al contempo connessioni emotive attraverso l'autenticità e l'orgoglio per l'artigianato locale. Esso enfatizza anche l'estetica, fondendo tecniche tradizionali con la moda contemporanea, e aggiunge valore simbolico incorporando motivi culturali e identitari. A livello sistemico, l'HSFEAS allinea questi aspetti ai quattro pilastri della sostenibilità: supporto alle comunità (Persone), riduzione dei rifiuti e della dipendenza da materiali sintetici (Pianeta), preservazione del patrimonio immateriale (Pluralità) e creazione di opportunità economiche (Profitto). Questo doppio focus garantisce un'innovazione responsabile dal punto di vista ambientale, inclusiva dal punto di vista sociale, significativa dal punto di vista culturale e sostenibile dal punto di vista economico, offrendo un percorso strutturato per riposizionare la lana saudita.

Figura 1
Diagramma del Framework HSFEAS (Cheng, 2024)

Analisi di letteratura

La letteratura precedente considera la lana sia come materiale sostenibile che come risorsa culturale. In Transilvania, Cliţan (2021) ha illustrato come la lana colleghi artigianato, patrimonio e sostenibilità attraverso la moda e installazioni artistiche, presentandola come artefatto culturale radicato nell'identità. Ribeiro et al. (2015) hanno evidenziato il ruolo della lana negli accessori contemporanei, mostrando come le sue qualità tattili e sensoriali rafforzino l'autenticità e favoriscano connessioni emotive con i consumatori. Inoltre, Sneddon et al. (2022) hanno esaminato le percezioni dei consumatori in Norvegia e nel Regno Unito, influenzate da tradizioni culturali, atteggiamenti individuali e qualità intrinseche dei capi.

La ricerca sulla lana saudita è ancora limitata ma in crescita, e affronta sia test sui materiali che applicazioni nel design. Almalki e Tawfiq (2023) hanno dimostrato che la lana Naimi del nord si avvicina alla Merino per morbidezza e finezza, portandoli a utilizzarla in prototipi di design Cradle-to-Cradle valutati positivamente da consumatrici saudite. Allo stesso modo, Dabbs e Al-Massoudi (2022, 2023) hanno confermato la validità della lana Naimi del nord per tessuti e abbigliamento sostenibile maschile. Questi studi sfidano le convinzioni sulla sua ruvidità e inadeguatezza, mostrando che con una lavorazione adeguata e approcci guidati dal design, la lana saudita può raggiungere valore funzionale, estetico e culturale.

Metodologia

Questo studio adotta un approccio qualitativo guidato dal design (design-driven) per esaminare il potenziale della lana saudita come materiale sostenibile per la moda attraverso prototipi basati sull'artigianato e guidati dal framework HSFEAS. Nella prima fase, tre studenti laureandi hanno sviluppato prototipi ispirati all'artigianato tradizionale utilizzando lana locale, documentando l'intero processo di design dalla raccolta alla realizzazione finale. La seconda fase si concentrerà sul miglioramento dei prototipi e sulla loro valutazione da parte dei consumatori secondo le dimensioni HSFEAS: funzione, emozione, estetica e simbolismo. I risultati saranno presentati in una mostra per sottolineare la rinnovata rilevanza culturale e sostenibile della lana saudita.

Risultati

I risultati della prima fase dimostrano come la lana saudita, se guidata dal framework HSFEAS, possa essere riposizionata in prodotti di moda e artigianato contemporanei che incarnano sia la sostenibilità che il significato culturale. Il processo è stato documentato dalle fasi iniziali di ideazione fino ai prototipi finali. Il design è iniziato con la creazione di due moodboard che riflettevano sia le qualità naturali della lana saudita che il patrimonio culturale della regione. I due moodboard incarnano il principio della sostenibilità culturale, utilizzando l'eredità e l'identità saudita come fonti di ispirazione per lo sviluppo dei prodotti. Dopo l'esplorazione dei moodboard, gli studenti hanno sviluppato schizzi per tradurre concetti astratti in idee concrete, tra cui un gilet da uomo (Figura 4), una borsa in feltro (Figura 5) e tappeti da preghiera (Figura 6).

Figura 2
Il primo moodboard che enfatizza la sostenibilità culturale attraverso l'Al-Sadu e i siti del patrimonio

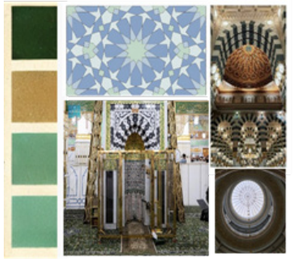


Figura 3
Il Secondo moodboard ispirato all'architettura della Sacra Moschea

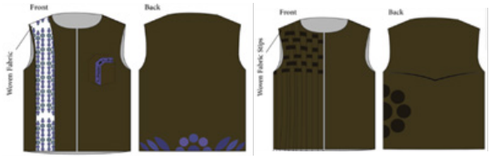


Figura 4
Il primo design: gilet con tessuto intrecciato ispirato alle incisioni rupestri di AlUla, con tasca ricamata recante uno slogan e motivi geometrici che simboleggiano il patrimonio saudita della Sacra Moschea

Figura 5
Borsa riutilizzabile in lana, proposta per un marchio artigianale saudita come packaging ecologico per sostituire la plastica

Figura 6
Tappeto da preghiera in lana ispirato all'architettura della Sacra Moschea

Discussione

La lana saudita, a lungo considerata un rifiuto, può essere riposizionata come fibra sostenibile di alta qualità se guidata da framework olistici. Mentre Dabbs & Al-Massoudi (2022, 2023) ne hanno dimostrato la validità tessile di base, e Almalki & Tawfiq (2023) hanno confermato l'accettazione da parte dei consumatori di capi in feltro, questo studio amplia il discorso applicando l'HSFEAS per allineare l'innovazione del prodotto alla sostenibilità sistemica. I risultati evidenziano che la lana saudita, spesso considerata ruvida e inadatta, può acquisire valore culturale, funzionale ed estetico se reinterpretata attraverso l'innovazione guidata dal design. La documentazione del processo creativo, dai moodboard ai prototipi finali, dimostra il potenziale creativo della lana saudita e offre un modello metodologico per integrare il patrimonio artigianale nei prodotti. I risultati sono in linea con studi internazionali (es. Cliţan, 2021; Ribeiro et al., 2015) che sottolineano il doppio ruolo della lana come materiale sostenibile e artefatto culturale.

Abstract *ENG*

Wool has gained significant international attention as a sustainable material through initiatives and cultural promotion (Cliţan, 2021; Ferrero-Regis, 2020). According to the General Authority for Statistics (2024), Saudi Arabia has 29.4 million sheep, yet the wool of breeds such as Naimi, Najdi, Harri, and Roman remains undervalued due to limited processing infrastructure and misconceptions about its quality (Al-Masoudi & Dabbas, 2023; Almalki & Tawfiq, 2023). This neglect causes environmental and economic losses while diminishing wool's cultural importance, especially its historic role in Al-Sadu weaving, a UNESCO-recognized craft (The Permanent Delegation of the Kingdom of Saudi Arabia, n.d.).

By drawing on comparative studies (Almalki & Tawfiq, 2023; Cliţan, 2021), this research positions Saudi wool within a holistic sustainability framework, demonstrating how undervalued fibers can be reimagined through design-led innovation to promote cultural sustainability through craft, and foster economic diversification. The research followed a two-phase process comprising prototype development and product evaluation. In the first phase, three students enrolled in a product development course proposed three distinct product ideas. Craft-centered prototypes were created using organic wool. In the second phase, the finalized products will be tested by end-user consumers.

Theoretical Framework

This study applies the holistic sustainability framework (HSFEAS), which expands the traditional FEA apparel design model by including functional, aesthetic, emotional, and symbolic qualities (Cheng, 2024). At the product level, the framework guides Saudi wool designs to be practical and durable while fostering emotional connections through authenticity and pride in local craft. It also emphasizes aesthetics by merging traditional techniques with contemporary fashion and adds symbolic value by embedding cultural motifs and identity. At the system level, HSFEAS aligns these aspects with the four pillars of sustainability: supporting communities (People), reducing waste and synthetic dependence (Planet), preserving intangible heritage (Plurality), and creating economic opportunities (Profit). This dual focus ensures innovation that is environmentally responsible, socially inclusive, culturally meaningful, and economically viable, offering a structured pathway to reposition Saudi wool.

Figure 1
HSFEAS Framework Diagram (Cheng, 2024)

Literature Review

Previous literature positions wool as both a sustainable material and a cultural resource. In Transylvania, Cliţan (2021) illustrated how wool connects craftsmanship, heritage, and sustainability through fashion and art installations, framing it as a cultural artifact rooted in identity. Ribeiro et al. (2015) highlighted wool's role in contemporary accessories, showing how its tactile and sensory qualities strengthen authenticity and foster emotional connections with consumers. Moreover, Sneddon et al. (2022) examined consumer perceptions in Norway and the United Kingdom, which are influenced by cultural traditions, individual attitudes, and the intrinsic qualities of garments.

Research on Saudi wool is still limited but growing, addressing both material testing and design applications. Almalki and Tawfiq (2023) demonstrated that northern Naimi wool approaches Merino in softness and fineness, leading them to use it in Cradle-to-Cradle Apparel Design prototypes that received positive evaluations from Saudi female consumers. Similarly, Dabbs and Al-Massoudi (2022, 2023) confirmed the viability of northern Naimi wool for woven textiles and sustainable men's garments. Together, these studies challenge assumptions of coarseness and unsuitability, showing that with appropriate processing and design-led approaches, Saudi wool can achieve functional, aesthetic, and cultural value.

Methodology

This study adopts a design-led, qualitative approach to examine the potential of Saudi wool as a sustainable material for fashion through craft-based prototyping guided by the HSFEAS framework. In the first phase, three graduate students developed prototypes inspired by traditional crafts using local wool, with the entire design process documented from sourcing to final products. The second phase will focus on enhancing the prototypes and evaluating them by consumers against the HSFEAS dimensions of function, emotion, aesthetics, and symbolism. The outcomes will be presented in an exhibition to underscore the renewed cultural and sustainable relevance of Saudi wool.

Findings

The findings of the first phase of this research demonstrate how Saudi wool, when guided by the HSFEAS framework, can be repositioned into contemporary fashion and craft products that embody both sustainability and cultural significance. The process was documented from the initial stages of design ideation through to the final prototypes. The design process began with the creation of two moodboards that reflected both the natural qualities of Saudi wool and the cultural heritage of the region. The two moodboards collectively embody the principle of cultural sustainability, using Saudi heritage and identity as guiding sources of inspiration for product development. Following moodboard exploration, students developed sketches to translate abstract concepts into tangible product ideas, including a men's vest (Figure 4), a felted bag (Figure 5), and prayer rugs (Figure 6).

Figure 2
The First Moodboard Emphasizing Cultural Sustainability through Al-Sadu and Heritage Sites

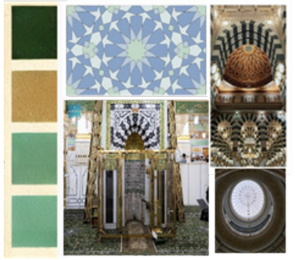


Figure 3
The second Moodboard Inspired by the Holy Mosque's Architecture

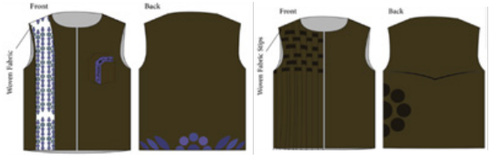


Figure 4
The first design: Vest featuring woven fabric inspired by *AlUla's mountain carvings*, with an embroidered pocket slogan and geometric motifs symbolizing Saudi heritage.

Figure 5.
Reusable wool-based bag proposed for a craft-based Saudi brand as eco-friendly packaging to replace plastic..

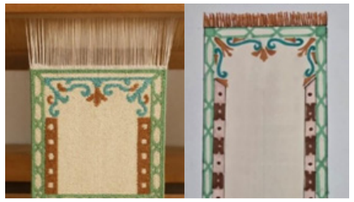


Figure 6
Prayer Rug in Wool Inspired by Holy Mosque Architecture

Discussion

Saudi wool, long dismissed as waste, can be repositioned as a premium sustainable fiber when guided by holistic frameworks. While Dabbs & Al-Massoudi (2022, 2023) demonstrated its basic textile viability, and Almalki & Tawfiq (2023) validated consumer acceptance of felted garments, this study extends the conversation by applying HSFEAS to align product innovation with systemic sustainability. The results underscore that Saudi wool, often dismissed as coarse and unsuitable, can achieve meaningful cultural, functional, and aesthetic value when reimagined through design-led innovation. Documentation of the design process, from moodboards to final prototypes, demonstrates the creative potential of Saudi wool and offers a methodological model for integrating craft heritage into products. The findings align with international case studies (e.g., Cliţan, 2021; Ribeiro et al., 2015) that emphasize wool's dual role as a sustainable material and a cultural artifact.

Bibliografia | *References*

Al-Massoudi, M., & Dabbas, R. (2022). Convertibility of Sheep Wool in the Northern Region of the Kingdom of Saudi Arabia into Textiles. Journal of Arts & Applied Sciences (JAAS), 9(4), 175-190.

Al-Massoudi, M., & Dabbas, R. (2023). Production of men's clothing using wool fabric extracted from sheep wool in the northern region of Saudi Arabia in light of the concept of sustainability. International Journal of Designs and Applied Research, 2(4), 27—84. https://doi.org/10.21608/ijdar.2022.170958.1006

Almalki, D. K., & Tawfiq, W. A. (2023). Implementation of a sustainable apparel design framework for felted women's garments made of local wool. Fashion Practice, 15(3), 401-423. https://doi.org/10.1080/17569370.2023.2186033

Cheng, C. (2024). Recognizing the importance of empathy and humanity from aesthetic and social-psychological perspectives to promote sustainability in fashion design education. Iris Journal of Educational Research, 3(2).

CLIŢAN, A. C. (2021). Regional resurgence of wool. The Sustainable City XV, 253, 195.

Ferrero-Regis, T. (2020). From sheep to chic: Reframing the Australian wool story. Journal of Australian Studies, 44(1), 48-64. https://doi.org/10.1080/14443058.2020.1714694

Ribeiro, L. S., Miguel, R. A. L., Pereira, M. M. R., Lucas, J. M., & Trindade, I. M. G. (2015). Human body as fashion space: Fashion accessories, design and woven fabrics. Journal of Fashion Marketing and Management, 19(3), 249-257. https://doi.org/10.1108/JFMM-07-2013-0088

Sneddon, J. N., Lee, J. A., & Soutar, G. N. (2012). Exploring consumer beliefs about wool apparel in the USA and Australia. Journal of the Textile Institute, 103(1), 40-47.

The General Authority for Statistics. (2024, Novamber). GASTAT publishes results of Livestock Statistics Publication 2023. https://www.stats.gov.sa/en/

The Permanent Delegation of the Kingdom of Saudi Arabia to UNESCO. (n.d.). Al Sadu: traditional weaving. https://ksaforunesco.org/heritages/al-sadu-traditional-weaving/

Networking per l'innovazione
L'Osservatorio FiLA, hub di connessioni per la sperimentazione territoriale

Rossana Gaddi, Luciana Mastrolonardo

Networking for Innovation
The FiLA Observatory, hub of connections for territorial experimentation

Rossana Gaddi
University “G. d’Annunzio” of Chieti-Pescara
rossana.gaddi@unich.it
ORCID iD: 0000-0002-0146-4160

Luciana Mastrolonardo
University “G. d’Annunzio” of Chieti-Pescara
l.mastrolonardo@unich.it
ORCID iD: 0000-0002-0873-3992

ITA

FiLA, Osservatorio Nazionale Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone, rappresenta una risposta strategica alla necessità di valorizzare e innovare la filiera laniera italiana. Una piattaforma digitale georeferenziata per favorire il networking e la competitività sistemica in risposta alla frammentazione di una filiera che oggi vive una svalutazione critica della sua materia prima, la lana locale. Analizzando il contesto nazionale, il progetto adotta un approccio metodologico che combina rigore scientifico e applicabilità territoriale per aiutare la lana italiana a trasformarsi da sottoprodotto di scarso valore a risorsa strategica per l’economia circolare. L’Osservatorio FiLA non vuole essere un semplice strumento di mappatura e monitoraggio, ma piuttosto una piattaforma abilitante per l’innovazione sostenibile, per connettere attori eterogenei e facilitare lo sviluppo di soluzioni inedite per la lana italiana.

La trasformazione di un settore frammentato richiede più della semplice raccolta di dati, ma la creazione attiva di relazioni e una validazione pratica. La piattaforma digitale osservatoriofila.it è stata progettata non come un archivio statico di informazioni, piuttosto come uno strumento dinamico di networking che faciliti attivamente le connessioni. Un ecosistema digitale in cui gli attori della filiera possano scoprirsi a vicenda e identificare inaspettate opportunità di collaborazione.

La metodologia dell’Osservatorio opera su tre dimensioni interconnesse -la relazione, la conoscenza e l’applicazione pratica-, per favorire conoscenza, scambio di buone pratiche e processi innovativi, integrando alla mappatura degli attori attivi anche le ricerche più promettenti che prefigurano l’innovazione di processi produttivi, tecnologie sostenibili.

La *dimensione relazionale* si concentra sulla creazione del network delle competenze esistenti a livello nazionale, offrendo agli operatori locali di filiera la possibilità di conoscere realtà extraregionali e possibili partner per servizi o tecnologie mancanti, in una logica che vede un approccio orizzontale di collaborazione e non di competizione.

La *dimensione della conoscenza* getta le basi attraverso l’analisi sistematica di oltre 400 articoli scientifici provenienti dal database Scopus, in una revisione della letteratura che rivela i processi sostenibili e le migliori pratiche internazionali, lasciando prefigurare possibili scenari di innovazione e rinnovamento della filiera.

La *dimensione applicativa* mette alla prova queste connessioni attraverso esperimenti territoriali mirati, consentendo di misurare l’effettiva capacità dell’Osservatorio di generare valore aggiunto per tutta la filiera.

Questi esperimenti forniscono prove concrete di ciò che funziona e di ciò che necessita di adeguamenti, creando un ciclo di feedback che migliora continuamente il nostro approccio.

Identificando e mettendo in contatto le unità di ricerca nazionali con tutti gli attori che -dall’allevamento alla manifattura- sono connessi alla filiera, FiLA favorisce l’emersione dei nodi critici all’interno del sistema e l’incontro con sperimentazioni di filiere affini con un approccio collaborativo orizzontale per la risoluzione di problematiche condivise, perché le innovazioni in essere ai vari livelli (ricerca e produzione) non rimangano isolate, ma trovino applicazioni sperimentabili e reali.

L’Osservatorio FiLA affronta quindi una questione centrale rispetto al rapporto tra la ricerca e la sperimentazione, favorendo un cambiamento positivo che non stravolga le regole e le tradizionali pratiche di filiera, ma suggerisca sperimentazioni a supporto di una filiera frammentata. Favorisce la creazione di un ecosistema orizzontale più ampio che possa generare valore per tutti: la ricerca, l’allevamento, la produzione e la manifattura, attraverso esperimenti territoriali concreti che misurano non solo gli impatti economici, ma anche i risultati sociali e ambientali.

La mappa di FiLA offre una visione interrogabile, sistemica e georeferenziata della filiera. Tracciando gli attori, i centri di ricerca (e le ricerche attive), gli enti di certificazione, permette l’emersione di competenze e potenzialità tanto del sistema nazionale a tutto tondo, quanto delle densità regionali: una distribuzione territoriale più articolata del previsto, con concentrazioni significative non solo nelle aree tradizionalmente vocate alla pastorizia, come si immaginava nelle prime fasi della ricerca, ma con una distribuzione di competenze scientifiche e tecnologiche su tutto il territorio nazionale e in crescita costante, segno di una attenzione crescente al materiale, sebbene con un approccio molto frammentato, e non collaborativo. Come gli attori, anche le innovazioni in atto spesso si fermano ad una dimensione locale: micro-filiere locali ad alto valore aggiunto, e con potenzialità di sviluppo ancora inespresse.

Il network FiLA si pone quindi come una potenziale risorsa strategica per lo sviluppo della filiera, da cui far nascere laboratori territoriali e test di filiera.

Test sul campo

Validare il modello dell'Osservatorio

Il gruppo di ricerca del Dipartimento di Architettura dell'Università d'Annunzio di Chieti-Pescara, che ha ideato e posto in essere l'Osservatorio stesso, per dare corpo al progetto di networking e validare potenziali micro-innovazioni, ha avviato alcune sperimentazioni locali che possono rispondere a domande specifiche a partire dagli obiettivi dell'Osservatorio.

L'elenco non è esaustivo rispetto ai test che prenderanno corpo nella fase operativa dell'Osservatorio, ma è indicativo rispetto alle prospettive aperte.

Oltre le applicazioni nel settore tessile

L'Osservatorio FiLA può restituire valore alla lana oltre il settore del tessile abbigliamento?

Un primo test di verifica sta esplorando il potenziale della lana oltre i confini tradizionali del settore tessile, studiando applicazioni innovative nell'interior design attraverso tecnologie di lavorazione avanzate e incrociando il settore della lana con quello della pelletteria.

Questo test, svolto in collaborazione con l'Università Vanvitelli e aziende del distretto conciario campano, mette alla prova la capacità dell'Osservatorio di facilitare le partnership, esplorando al contempo nuovi mercati per la lana italiana, convalidando sia la fattibilità tecnica di queste applicazioni sia il ruolo dell'Osservatorio nel consentire il trasferimento di conoscenze tra istituzioni e nuovi partner.

L'esperimento si concentra su tecniche e applicazioni che utilizzano la lana per l'interior design e gli ambienti interni, focalizzandosi sulle specificità fisiche del materiale quali la sua conducibilità termica, che la rende materiale ideale per l'isolamento termoacustico, traspirante, auto-estinguente al fuoco.

Ricostruire le filiere locali

L'Osservatorio FiLA può generare valore anche per gli attori nelle prime fasi della filiera?

L' esperimento di ricostruzione della micro-catena di approvvigionamento rappresenta un test cruciale sulle potenziali capacità dell'Osservatorio di generare valore per gli attori nelle prime fasi della catena di produzione.

In collaborazione con l'amministrazione di Calascio, un piccolo comune montano abruzzese, questo esperimento si concentra sull'introduzione di attrezzature di lavaggio sostenibili per ricostruire una micro-filiera locale. La scarsità di centri di lavaggio sul territorio nazionale è uno delle problematiche principali che affliggono gli allevatori e tutti gli attori delle prime fasi di filiera, e la successiva preparazione della lana alla produzione del filato.

L'investimento in tecnologie di lavorazione locali, diffuse e scalabili e ancor più sostenibili -quali i macchinari per il lavaggio sostenibile -particolarmente impattante dal punto di vista ambientale se operato su scala industriale- costituisce un esperimento di innovazione di processo su scala territoriale. Un processo che verifica la sostenibilità economica delle micro-filiere locali e allo stesso tempo la capacità di integrazione tra istituzioni pubbliche e iniziative imprenditoriali a scala medio piccola e locale.

Coinvolgere gli allevatori e i pastori

L'Osservatorio FiLA può portare beneficio anche alle prime fasi della filiera?

È in corso una sessione di focus group con gli allevatori del Parco Nazionale della Maiella, momento cruciale di validazione del modello per verificare la capacità di risposta anche alle esigenze degli allevatori e testare modelli di governance partecipativa dell'Osservatorio stesso, identificare gli ostacoli principali e le opportunità di innovazione di una fase della filiera che ancora non opera sulla materia prima, ma ne condiziona la qualità.

Diversificazione delle applicazioni

L'Osservatorio FiLA è in grado di quantificare e validare l'efficacia di utilizzi diversificati della lana?

Il test sull'efficacia della lana come pacciamatura biodegradabile, in collaborazione con il Dipartimento di agraria dell'Università di Firenze, esplora una diversificazione radicale degli usi, con potenziali implicazioni per l'economia circolare e la sostenibilità ambientale. Questo esperimento testerà nuovi mercati per i sottoprodotti della lana, esplorerà le sinergie tra il settore zootecnico e quello agricolo e valuterà il potenziale ecosistemico della lana nel depaving urbano adattivo.

Esplorazione guidata dal design di applicazioni alternative

L'Osservatorio FiLA può prefigurare nuovi trend di mercato?

Un esperimento didattico porterà avanti soluzioni innovative, esplorando in particolare ipotesi di packaging sostenibile in feltro, per settori non tradizionali che necessitano le proprietà fisiche della lana. Questa partnership mette alla prova la capacità dell'Osservatorio di facilitare i collegamenti tra la filiera della lana e le industrie creative, convalidando metodologie orientate al design per l'innovazione dei materiali. Gli esperimenti si concentrano sullo sviluppo di prototipi avanzati che possano verificare il potenziale della lana in filiere non tradizionalmente associate alla lana (farmaceutica, cosmetica, alimentare, ...) ma dove le proprietà fisiche e le qualità tattili della lana possono offrire alternative sostenibili ai materiali convenzionali per l'imballaggio.

Quali prospettive future?

L'Osservatorio FiLA, un modello di infrastruttura per l'innovazione sostenibile

L'evoluzione dell'Osservatorio FiLA quale infrastruttura per l'innovazione della filiera laniera rappresenta una trasformazione radicale -sempre rispettosa dei saperi e delle consuetudini che possano testimoniare quel radicamento culturale vivo da secoli- verso un ecosistema digitale in grado di autoalimentarsi attraverso le interazioni continue tra i suoi utilizzatori. Le sperimentazioni in corso lasciano immaginare che l'Osservatorio FiLA potrebbe rappresentare più di un semplice strumento di mappatura a base sistemica e sostenibile, a partire da tre principi fondamentali.

Connessioni, stimolando la capacità di mettere in relazione attori isolati ma con competenze di eccellenza, facilitando lo scambio di conoscenze e la condivisione di risorse.

Diversificazione, sperimentando -attraverso la conoscenza diffusa e tangibile legata alle competenze di filiera- usi non convenzionali della lana, che potrebbero aprirsi a mercati alternativi e aumentare la resilienza economica della filiera.

Territorializzazione, favorendo il radicamento delle innovazioni nei contesti locali, promuovendo i saperi tradizionali e valorizzando specificità territoriali e competenze endogene, facilitandone al contempo la condivisione con altre realtà locali.

Le sperimentazioni territoriali definiscono anche il potenziale dell'Osservatorio in termini di analisi e reportistica locale utili alle policy rispetto a specifiche realtà locali, e anche in funzione di una maggiore sensibilizzazione e comunicazione a livello nazionale del potenziale della filiera.

La capacità di coinvolgere simultaneamente università, enti pubblici, aziende private e allevatori in progetti comuni rappresenta un elemento di novità significativo per il settore. Inoltre, l'approccio metodologico sviluppato per la creazione dell'Osservatorio FiLA presenta caratteristiche di scalabilità e replicabilità che ne estendono il valore oltre il caso specifico del contesto della filiera della lana italiana. Difatti, il framework può essere adattato ad altre filiere agricole e agroalimentari europee, caratterizzate da altrettanta frammentazione e sottovalorizzazione della materia prima. Le collaborazioni internazionali e le nuove reti attivabili hanno trovato una prima validazione in una proposta di progetto Interreg Italia-Croazia attualmente in fase di valutazione (LanaVuna, 2025). L'applicazione e valutazione della lana come pacciamante per la mitigazione delle isole di calore urbane rappresenta un esempio di come la piattaforma possa facilitare la nascita di soluzioni innovative, integrate e replicabili di risposta ai cambiamenti climatici.

La diffusione, la comunicazione e il riconoscimento condiviso del valore intrinseco e della diversificazione delle applicazioni della lana oltre il settore tessile rappresenta uno degli impatti più significativi che l'Osservatorio si prefigge sulla competitività della filiera. Le proprietà tecniche della lana aprono scenari applicativi completamente nuovi che moltiplicano i mercati potenziali e aumentano la resilienza economica dell'intera filiera.

Non in ultimo, il valore aggiunto dell'Osservatorio FiLA sarà anche nella sua capacità di generare impatti sociali e culturali che vanno oltre la dimensione economica. La rivitalizzazione delle economie rurali attraverso la valorizzazione del patrimonio legato alle lane italiane contribuisce alla preservazione dell'identità culturale di molti territori, creando un ponte tra tradizione e innovazione che rafforza il senso di appartenenza delle comunità locali. Questo processo di valorizzazione culturale si traduce in maggiore attrattività per i territori coinvolti e in opportunità di diversificazione economica per le aziende agricole.

L'Osservatorio non rappresenta quindi semplicemente uno strumento di mappatura o monitoraggio, ma prefigura ecosistemi partecipativi, scientificamente fondati, intorno al materiale laniero. La lana italiana ha subito un processo di screditamento accelerato fino a diventare sottoprodotto di scarso valore economico, ma le sue caratteristiche intrinseche ne fanno una risorsa strategica per l'economia circolare, che va stimolata e aiutata a ritrovare collocazione in un mercato che richiede materiali sostenibili a ciclo chiuso. Questo processo di valorizzazione non si limita alla dimensione economica, ma include aspetti culturali, ambientali e sociali che contribuiscono in modo coerente e operativo alla valorizzazione sostenibile e sistemica delle risorse territoriali.

FiLA, the Osservatorio Nazionale Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone (National Observatory on the Supply Chain for the Sustainable Production of Native Wools), represents a strategic response to the need to enhance and innovate the Italian wool supply chain. It is a georeferenced digital platform created to foster networking and systemic competitiveness in response to the fragmentation of a sector currently experiencing a critical devaluation of its raw material: locally sourced, non-imported wool. By analyzing the national context, the project adopts a methodological approach that combines scientific rigor with territorial applicability, supporting the transformation of Italian wool from a low-value by-product into a strategic resource for the circular economy. The FiLA Observatory does not intend to be merely a tool for mapping and monitoring, but rather an enabling platform for sustainable innovation, designed to connect heterogeneous actors and facilitate the development of new solutions for Italian wool.

The transformation of a fragmented sector requires more than the simple collection of data, but the active creation of relationships and practical validation. The digital platform osservatoriofila. it was designed not as a static archive of information, but rather as a dynamic networking tool that actively facilitates connections. A digital ecosystem in which the actors of the supply chain can discover one another and identify unexpected opportunities for collaboration. The methodology of the Observatory operates on three interconnected dimensions — relationship, knowledge, and practical application — to foster knowledge, the exchange of best practices, and innovative processes, integrating, alongside the mapping of active actors, the most promising research that anticipates the innovation of production processes and sustainable technologies.

The relational dimension focuses on the creation of a network of existing competences at the national level, offering local supply chain operators the possibility to become acquainted with extra regional realities and potential partners for missing services or technologies, within a logic that adopts a horizontal approach of collaboration rather than competition. The knowledge dimension lays the foundations through the systematic analysis of more than 400 scientific articles from the Scopus database, in a literature review that reveals sustainable processes and international best practices, outlining possible scenarios for innovation and renewal of the supply chain. The practical dimension puts these connections to the test through targeted territorial experiments, allowing the actual capacity of the Observatory to generate added value for the entire supply chain to be measured. These experiments provide concrete evidence of what works and what requires adjustments, creating a feedback cycle that continuously improves our approach.

By identifying and putting into contact the national research units with all the actors that—from breeding to manufacturing—are connected to the supply chain, FiLA favors the emergence of the critical nodes within the system, promotes encounters with experiments of related supply chains with a horizontal collaborative approach for the resolution of shared problems, so that the innovations existing at various levels (research and production) do not remain isolated, but find experimental and real applications."

The FiLA Observatory therefore addresses a central issue concerning the relationship between research and experimentation, promoting a positive change that does not overturn the rules and traditional practices of the supply chain, but instead suggests experiments to support a fragmented system, fostering the creation of a broader horizontal ecosystem capable of generating value for all: research, farming, production, and manufacturing, through concrete territorial experiments that measure not only economic impacts but also social and environmental outcomes. The FiLA map offers a queryable, systemic, and georeferenced vision of the supply chain. By tracing the actors, research centers (and active projects), and certification bodies, it enables the emergence of competences and potential both within the national system as a whole and in regional clusters: a territorial distribution more complex than expected, with significant concentrations not only in areas traditionally devoted to pastoralism, as was assumed in the early stages of research, but also with a distribution of scientific and technological competences across the entire national territory and in constant growth. This is a sign of increasing attention to the material, albeit with a very fragmented and non-collaborative approach. Like the actors, the innovations underway also often remain confined to a local dimension: local micro-supply chains with high added value, but with development potential still unexpressed.

Field Test

Validating the Observatory Model

The FiLA network thus positions itself as a potential strategic resource for the development of the supply chain, from which local laboratories and pilot projects may emerge.
The research group of the Department of Architecture of the University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, which conceived and implemented the Observatory itself, has launched local experiments to give substance to the Observatory and to validate potential micro-innovations - some nearly validated, others at the beginning of their path - that can respond to specific questions derived from the objectives of the Observatory. The list is not exhaustive of the tests that will take shape in the operational phase of the Observatory, but it is indicative of the perspectives that have been opened.

Beyond Applications in the Textile Sector

Can the FiLA Observatory restore value to wool beyond the clothing textile sector?

An initial pilot test is exploring the potential of wool beyond the traditional boundaries of the textile sector, studying innovative applications in interior design through advanced processing technologies and intersecting the wool sector with that of leather goods.

This test, carried out in collaboration with the University of Vanvitelli and companies from the Campania tanning district, puts to the test the capacity of the Observatory to facilitate partnerships while at the same time exploring new markets for Italian wool, validating both the technical feasibility of these applications and the role of the Observatory in enabling the transfer of knowledge between institutions. The experiment focuses on techniques and applications that use wool for interior design and indoor environments, highlighting the physical properties of the material, such as its thermal conductivity, which makes it an ideal material for thermoacoustic insulation, breathable, and self-extinguishing in case of fire.

Rebuilding Local Supply Chains

Can the FiLA Observatory generate value also for actors in the early stages of the supply chain?

The experiment of reconstructing a micro-supply chain represents a crucial test of the potential capacity of the Observatory to generate value for actors in the initial phases of the production chain. In collaboration with the administration of Calascio, a small mountain town in Abruzzo, this experiment focuses on the introduction of sustainable washing equipment to rebuild a local micro-supply chain. The scarcity of washing centers in the national territory is one of the main problems affecting breeders and all actors in the early stages of the chain, livestock farming, and the subsequent preparation of wool for yarn production. Investment in local, widespread, and scalable processing technologies—and above all more sustainable ones, such as sustainable washing machinery—constitutes a process innovation experiment on a territorial scale, which tests the economic sustainability of local micro-supply chains while also testing the capacity for integration between public institutions and small to medium-scale local entrepreneurial initiatives.

Involving Breeders and Shepherds

Can the FiLA Observatory also bring benefits to the first stages of the supply chain?

A focus group session is currently underway with livestock breeders from the Maiella National Park, a crucial moment for validating the model to verify its capacity to respond to the needs of breeders as well, and to test participatory governance models of the Observatory itself, identifying the main obstacles and opportunities for innovation in a phase of the supply chain that does not yet work directly on the raw material, but determines its quality.

Diversification of Applications

Is the FiLA Observatory able to quantify and validate the effectiveness of diversified uses of wool?

The test on the effectiveness of wool as biodegradable mulch, in collaboration with the Agriculture Departments of the University of Florence, explores a radical diversification of uses, with potential implications for the circular economy and environmental sustainability. This experiment will test new markets for wool by-products, explore synergies between the livestock and agricultural sectors, and evaluate the ecosystemic potential of wool in urban adaptive depaving.

Design-Led Exploration of Alternative Applications

Can the FiLA Observatory anticipate new market trends?

A didactic experiment will carry forward innovative solutions, exploring in particular sustainable felt packaging for non-traditional sectors that require the physical properties of wool. This partnership tests the capacity of the Observatory to facilitate connections between the wool supply chain and the creative industries, validating design-oriented methodologies for material innovation. The experiments focus on the development of advanced prototypes that can verify the potential of wool in sectors not traditionally associated with it (pharmaceutical, cosmetics, food, etc.), but where the physical and tactile properties of wool can offer sustainable alternatives to conventional packaging materials.

What Future Prospects?

The FiLA observatory: A Model of Infrastructure for Sustainable Innovation

The evolution of the FiLA Observatory as an infrastructure for innovation in the wool supply chain represents a radical transformation—while always respecting the knowledge and traditions that bear witness to a cultural rootedness alive for centuries—toward a digital ecosystem capable of self-sustaining through the continuous interactions of its users. The ongoing experiments suggest that the FiLA Observatory could represent more than a simple systemic and sustainable mapping tool, beginning from three fundamental principles.

Connections, stimulating the ability to link isolated actors with excellent competences, facilitating knowledge exchange, and resource sharing.

Diversification, experimenting—through widespread and tangible knowledge tied to supply chain expertise—with unconventional uses of wool, which could open to alternative markets and increase the economic resilience of the supply chain.

Territorialization, promoting the rooting of innovations in local contexts, enhancing traditional knowledge and valorizing territorial specificities and endogenous competences, while at the same time facilitating their sharing with other local realities.

The territorial experiments also define the potential of the Observatory in terms of local analysis and reporting useful to policy in relation to specific local contexts, as well as for greater awareness-raising and communication at the national level.

The ability to involve universities, public institutions, private companies, and breeders simultaneously in joint projects represents a significant novelty for the sector. Moreover, the methodological approach developed for the creation of the FiLA Observatory has features of scalability and replicability that extend its value beyond the specific case of the Italian wool supply chain. In fact, the framework can be adapted to other European agricultural and agri-food supply chains, characterized by similar fragmentation and undervaluation of raw materials. The international collaborations and the new networks that can be activated have found an initial validation in an Interreg Italy—Croatia project proposal currently under evaluation (LanaVuna, 2025). The application and evaluation of wool as mulch for the mitigation of urban heat islands represents an example of how the platform can facilitate the emergence of innovative, integrated, and replicable solutions in response to climate change.

The dissemination, communication, and shared recognition of the intrinsic value and diversification of wool applications beyond the textile sector represent one of the most significant impacts the Observatory aims to achieve on the competitiveness of the supply chain. The technical properties of wool open completely new application scenarios that multiply potential markets and increase the economic resilience of the entire supply chain.

Lastly, the added value of the FiLA Observatory will also lie in its ability to generate social and cultural impacts that go beyond the economic dimension. In fact, the revitalization of rural economies through the valorization of the heritage linked to Italian wools contributes to the preservation of the cultural identity of many territories, creating a bridge between tradition and innovation that strengthens the sense of belonging of local communities. This process of cultural valorization translates into greater attractiveness for the territories involved and into opportunities for economic diversification for agricultural enterprises.

The Observatory, therefore, does not simply represent a tool for mapping or monitoring, but anticipates participatory ecosystems, scientifically grounded, built around wool as a material. Italian wool has undergone an accelerated process of discrediting until it has become a by-product of little economic value, but its intrinsic characteristics make it a strategic resource for the circular economy, which must be stimulated and supported to regain a place in a market increasingly demanding sustainable, closed-loop materials. This process of valorization goes beyond the economic dimension, including cultural, environmental, and social aspects that contribute consistently and practically to the sustainable and systemic valorization of territorial resources.

Bibliografia di riferimento
Selected references

Cheratina e sottoprodotti della lana

Wool keratin and by-products

Salama, A., & Guarino, V. (2022). Ionic Liquids to Process Silk Fibroin and Wool Keratin for Bio-sustainable and Biomedical Applications. Journal of Polymers and the Environment, 30(12), 4961—4977. https://doi.org/10.1007/s10924-022-02592-1

Zhu, S., Zhou, Q., Yi, J., Xu, Y., Fan, C., Lin, C., Wu, J., & Lin, Y. (2023). Using Wool Keratin as a Structural Biomaterial and Natural Mediator to Fabricate Biocompatible and Robust Bioelectronic Platforms. Advanced Science, 10(11). https://doi.org/10.1002/advs.202207400

Lavaggio della lana

Wool scouring

Bozaci, E. (2017). Investigation of biosurfactant usage in raw wool scouring by response surface methodology. Tekstil ve Konfeksiyon, 27(4), 382—392.

Tecnologie sostenibili per la tintura della lana

Sustainable wool dyeing technologies

Adeel, S., Ahmad, S., Habib, N., Saif, M. J., Batool, F., & Aftab, M. (2023). Environmental friendly pollution free bio-dyeing of wool with haar singhar (Coral Jasmine) flower extract. Environmental Science and Pollution Research, 30(5), 12453—12465. https://doi.org/10.1007/s11356-022-22992-z

Adeel, S., Akram, H., Usman, M., Bokhari, T. H., Aftab, M., & Ozomay, M. (2023). Eco-friendly microwave assisted sustainable coloration of silk and wool fabric with Acid Blue 07 dye. Environmental Science and Pollution Research, 30(30), 74939—74951. https://doi.org/10.1007/s11356-023-27471-7

Belino, N., Alves, E., Almeida, E., Gameiro, C., Rosado, T., Passarinha, L., Gallardo, E., Pinto, M., & Rodilla, J. (2022). Extraction Optimization of Sorghum vulgare for Natural Wool Dyeing Applications. In Materials Science Forum (Vol. 1063, pp. 209—223). Trans Tech Publications Ltd. https://doi.org/10.4028/p-3l55eb

Dhouibi, N., Ben Ticha, M., Raddaoui, H., Boudokhane, C., & Dhaouadi, H. (2021). Valorization and Reuse of Centaurea Kroumeriensis Hydrodistillation Effluent: A Sustainable Phytodyeing Process for Wool Fabrics. Fibers and Polymers, 22(8), 2238—2250. https://doi.org/10.1007/s12221-021-0727-1

Hosseinnezhad, M., Gharanjig, K., Jafari, R., & Imani, H. (2021). Green Dyeing of Woolen Yarns with weld and Madder natural Dyes in the Presences of Biomordant. Progress in Color, Colorants and Coatings, 14(1), 35—45. https://doi.org/10.30509/pccc.2021.81678

Luo, Y., Cai, Z., Pei, L., & Wang, J. (2023). Low-temperature non-aqueous dyeing of wool fiber with reactive dyes: A sustainable and eco-friendly method. Journal of Cleaner Production, 432, 139803. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139803

Yameen, M., Asghar, F., Adeel, S., Haider, M. Z., Özomay, M., Aftab, M., & Mia, R. (2023). Enhancing wool dyeing with clove bud (Syzygium aromaticum) based natural dye via microwave treatment using a central composite design. Science Progress, 106(4), 00368504231215593. https://doi.org/10.1177/00368504231215593

Innovazioni in altri processi di finitura

Innovations in other wool finishing processes

Hamouda, T., Hassanin, A. H., Saba, N., Demirelli, M., Kilic, A., Candan, Z., & Jawaid, M. (2019). Evaluation of Mechanical and Physical Properties of Hybrid Composites from Food Packaging and Textiles Wastes. *Journal of Polymers and the Environment*, *27*(3), 489—497. https://doi.org/10.1007/s10924-019-01369-3

Kaur, A., & Chakraborty, J. N. (2015). Controlled eco-friendly shrink-resist finishing of wool using bromelain. Journal of Cleaner Production, 108, 503—513. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.147

Mori, M. (2015). Effect of various chemical treatments on handling of wool fabric. Key Eng Mat, 671, 3—8. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.671.3

Tecnologie innovative per la confezione di capi in lana

Innovative manufacturing technologies

Almalki, D. K., & Tawfiq, W. A. (2023). Implementation of a Sustainable Apparel Design Framework for Felted Women's Garments Made of Local Wool. Fashion Practice, 15(3), 401—423. https://doi.org/10.1080/17569370.2023.2186033

Buecher, D., Gloy, Y.-S., Schmenk, B., & Gries, T. (2018). Individual On-Demand Produced Clothing: Ultrafast Fashion Production System. Springer Proc. Bus. Econ., 113, 635—644. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77556-2_40

Roberts, J. (2022). Innovation in tailoring technology. Knitting International, 4, 14—16.

Lana in architettura e nelle costruzioni

Wool in architecture and building industry

Guna, V., Ilangovan, M., Vighnesh, H. R., Sreehari, B. R., Abhijith, S., Sachin, H. E., Mohan, C. B., & Reddy, N. (2021). Engineering Sustainable Waste Wool Biocomposites with High Flame Resistance and Noise Insulation for Green Building and Automotive Applications. *Journal of Natural Fibers*, *18*(11), 1871—1881. https://doi.org/10.1080/15440478.2019.1701610

Parlato, M. C. M., Cuomo, M., & Porto, S. M. C. (2022). Natural fibers reinforcement for earthen building components: Mechanical performances of a low quality sheep wool ("Valle del Belice" sheep). Construction and Building Materials, 326. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126855

Lana per gli imballaggi

Wool in packaging

Bhavsar, P., Balan, T., Dalla Fontana, G., Zoccola, M., Patrucco, A., & Tonin, C. (2021). Sustainably Processed Waste Wool Fiber-Reinforced Biocomposites for Agriculture and Packaging Applications. *Fibers*, *9*(9), 55. https://doi.org/10.3390/fib9090055

Morris, A., & Spilsbury, K. (2016). Commercialisation of a natural material — wool: A bio-based PCM. Green Materials, 4(2), 89—97. https://doi.org/10.1680/jgrma.16.00001

Economia circolare e eco-design

Circular economy and eco-design

Allafi, F., Hossain, M. S., Lalung, J., Shaah, M., Salehabadi, A., Ahmad, M. I., & Shadi, A. (2022). Advancements in Applications of Natural Wool Fiber: Review. *Journal of Natural Fibers*, *19*(2), 497—512. https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1745128

Bressanelli, G., Nesi, C., Saccani, N., & Visintin, F. (2022). Circular Economy in the Textile Industry: Evidence from the Prato District. In Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management (pp. 123—131). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90217-9_11

Fonseca, A., Ramalho, E., Gouveia, A., Henriques, R., Figueiredo, F., & Nunes, J. (2023). Systematic Insights into a Textile Industry: Reviewing Life Cycle Assessment and Eco-Design. Sustainability (Switzerland), 15(21). https://doi.org/10.3390/su152115267

Heffernan, S. (2019). Innovative natural yarn manufactured from waste. In Lecture Notes in Mechanical Engineering (pp. 485—494). Pleiades journals. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16943-5_41

Sun, Y., Li, B., Zhang, Y., Dou, H., Fan, W., & Wang, S. (2023). The progress and prospect for sustainable development of waste wool resources. *Textile Research Journal*, *93*(1—2), 468—485. https://doi.org/10.1177/00405175221098572

Trivellin, E., Lotti, G., Marseglia, M., Matteucci, E., Vacca, M., Fiesoli, I., Morea, C., Tanzini, A., Tanzini, F., & Ji, L. (2020). Textile Historical Sustainability and Innovative Textile Products. Adv. Intell. Sys. Comput., 1202 AISC, 862—869. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_111

Didattica nelle discipline del design e sperimentazioni

Design education and experimentations

Chen, Y., & Li, Z.-Q. (2020). Design and application of wool felt craft in new Chinese style fashion. Text. Bioeng. Inform. Symp. Proc. TBIS, 358—363.

Lyche, W., & Øverjordet, P. (2021). New manual and digital exploration in surface textile design: a superuser approch in design education. DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2021), VIA Design, VIA University in Herning, Denmark. 9th -10th September 2021. 23rd International Conference on Engineering & Product Design Education (E&PDE 2021). https://doi.org/10.35199/EPDE.2021.82

Røsvik, B. L., & Boks, C. (2012). New opportunities for Norwegian wool: An investigation of product and market possibilities. NordDesign - Proc. NordDesign Conf. NordDesign 2012 - Proceedings of the 9th NordDesign Conference.

Agricoltura ed allevamento rigenerativo

Regenerative farming

Business update. (2021). Performance Apparel Markets, 71, 82—91.

Lodge, G. M., Murphy, S. R., & Harden, S. (2003). Effects of grazing and management on herbage mass, persistence, animal production and soil water content of native pastures. 2. A mixed native pasture, Manilla, North West Slopes, New South Wales. Australian Journal of Experimental Agriculture, 43(7—8), 891—905. https://doi.org/10.1071/ea02189

New Zealand to promote “green values” at Harrogate show. (2005). Wool Record, 164(3730), 49.

Tourangeau, W., & Sherren, K. (2020). Leverage points for sustainable wool production in the Falkland Islands. Journal of Rural Studies, 74, 22—33. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.008

Empowerment sociale

Social empowerment

Ganci, M., Biondi, L., Parlato, M. C. M., & Porto, S. M. C. (2022). Methodology for the Localization of Wool Collecting Centers: The Case Study of Sicily. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(16). https://doi.org/10.3390/su141610378

Kadam, V., Rustagi, S., Gupta, T., Shakyawar, D. B., Kumar, A., & Shanmugam, N. (2022). Traditional Woolen Namda (Felted Fabrics) from Tonk, Rajasthan: A Livelihood Initiative for Rural Women. Textile: The Journal of Cloth and Culture, 20(3), 410—424. https://doi.org/10.1080/14759756.2021.1993539

Promozione della lana e marketing

Wool promotion and marketing

Grogan, A. (2012). The wonder of wool. Engineering and Technology, 7(12), 70—72. https://doi.org/10.1049/et.2012.1219

Prescott, J. (2008). A high-value niche. Wool Record, 167(3764), 34—35.

Survey of the european yarn fairs for autumn/winter 2022/23. (2021). Textile Outlook International, 2021(210), 53—84.

Prospettive da tutto il mondo sulla lana di pecora

Perspectives on sheep wool around the world

Krolzik, J., Werner, R., & Bendt, E. (2017). Textile applications for german heath wool. In B. Mahltig (Ed.), Textiles: Advances in Research and Applications (pp. 337—344). Nova Science Publishers, Inc.

Zenda, M., Malan, P. J., & Geyer, A. C. (2024). An Analysis of the Wool Characteristics That Determine the Wool Price for White Wool in South Africa. South African Journal of Agricultural Extension (SAJAE), 52(1), 210—230. https://doi.org/10.17159/2413-3221/2024/v52n1a14907

OSSERVATORIO NAZIONALE
Filiera Produzione Sostenibile
LANE AUTOCTONE

FiLA**SYMPOSIUM**

Le prospettive della filiera della lana, tra tradizione, innovazione e sostenibilità

EVENTO DI LANCIO DELLA MAPPA DELL'OSSERVATORIO FiLA

ABBAZIA SANTO SPIRITO AL MORRONE - SULMONA (AQ)
SEDE DEL PARCO NAZIONALE DELLA MAIELLA

LUNEDÌ 29 SETTEMBRE 2025
10:00 - 16:30

SARÀ POSSIBILE SEGUIRE
E PARTECIPARE ALL'EVENTO
ANCHE IN MODALITÀ ONLINE

CLICCA PER ACCEDERE
ALLA STANZA ONLINE

L'EVENTO SARÀ IN ITALIANO, CON SOTTOTITOLAZIONE DELLE PRESENTAZIONI IN INGLESE

Ore 09:45 - 10:15 | **REGISTRAZIONE** E **WELCOME COFFEE**

Ore 10:15
SALUTI DI APERTURA
Lucio Zazzara | Presidente Parco Nazionale della Maiella
Tiziana Magnacca | Assessore Attività Produttive Regione Abruzzo
Paolo Fusero | Direttore Dipartimento Architettura UNICH
Rossana Gaddi | Responsabile Scientifico FiLA

Ore 10:45
L'OSSERVATORIO FiLA E LA SUA RILEVANZA STRATEGICA
PRESENTAZIONE DELLA MAPPA FiLA
Roberto Merlo | Fondazione MICS
Luciana Mastrolonardo | DdA UNICH
Raffaella Massacesi | DdA UNICH

Ore 11:15
APPROFONDIRE I CONTESTI LOCALI
LA PASTORIZIA ABRUZZESE
E IL SUO LEGAME CON LA LANA
Rossella Ferretti | Parco Nazionale della Maiella

Ore 11:30
LA LANA SOTTO LA LENTE
I SUOI SOTTOPRODOTTI
Modera
Rossana Gaddi | DdA UNICH
Intervengono
Rosanna Veneziano, Stefano Salzillo | Università Vanvitelli
Claudia Vineis | CNR - STIIMA
Vincenzo Guarino | CNR - IPCB
Discussant
Andrea Raggi | DEC UNICH
Luciana Mastrolonardo | DdA UNICH

Ore 12:30
LA LANA IN CONTESTI INUSUALI
IMBALLAGGIO, ISOLAMENTO E SALUTE
Modera
Valentina Ciuffreda | DdA UNICH
Intervengono
Angela Morris | WoolCool
Giuseppina Buzzi | Gomitolorosa
Daniela Bosia | POLITO
Discussant
Giovanni Maria Conti | POLIMI
Valentino Sangiorgio | INGEO UNICH
Donatella Radogna | DdA UNICH

Ore 13:30
LA SOSTENIBILITÀ DELLA LANA
GLI APPROCCI DEL DESIGN
Modera
Laura Boffi | DdA UNICH
Intervengono
Kirsti Reitan Andersen | Royal Danish Academy
Wijdan Tawfiq | King Abdulaziz University
Discussant
Emilio Rossi | DdA UNICH
Emilio Salvatore Leo | Lanificio Leo
Filippo Clemente | Pecore Attive
Annalisa Spalazzi | GSSI Gran Sasso Science Institute

Ore 14:30 - 15:30 | **LIGHT LUNCH**

Ore 15:30
CONCLUSIONE
PROTOTIPAZIONE DI NUOVE RETI PER LA RIATTIVAZIONE DELLA FILIERA
Rossana Gaddi | DdA UNICH, **Luciana Mastrolonardo** | DdA UNICH, **Enza Gioia** | Fondazione MICS
Roberto Liberti | Università Vanvitelli con **Filippo Clemente** | Pecore Attive

Ore 16:00
PROSSIMI APPUNTAMENTI
RINGRAZIAMENTI E SALUTI

WWW.OSSERVATORIOFILA.IT

CLICCA PER
SEGUIRCI ONLINE

CLICCA PER SCARICARE
L'INSTANT BOOK

FINANZIATO DA

SEDE OSPITANTE

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

OSSERVATORIO NAZIONALE
Filiera Produzione Sostenibile
LANE AUTOCTONE

FiLA**SYMPOSIUM**

The perspectives for the wool industry, between tradition, innovation, and sustainability

FiLA OBSERVATORY MAP LAUNCH EVENT

ABBAZIA SANTO SPIRITO AL MORRONE - SULMONA (AQ)
HEADQUARTERS OF THE MAIELLA NATIONAL PARK

MONDAY 29th SEPTEMBER 2025
10:00 - 16:30

IT WILL BE POSSIBLE
TO FOLLOW AND PARTICIPATE
IN THE EVENT ONLINE AS WELL

CLICK TO ACCESS THE
ONLINE ROOM

THE EVENT WILL BE HELD IN ITALIAN, WITH ENGLISH SUBTITLES FOR THE PRESENTATIONS

09:45 - 10:15 | **REGISTRATION** AND **WELCOME COFFEE**

10:15
OPENING GREETINGS
Lucio Zazzara | President of the Maiella National Park
Tiziana Magnacca | Regional Councilor for Productive Activities, Abruzzo Region
Paolo Fusero | Department of Architecture Director UNICH
Rossana Gaddi | FiLA Principal Investigator

10:45
THE FiLA OBSERVATORY AND ITS STRATEGIC RELEVANCE
PRESENTATION OF THE FiLA MAP
Roberto Merlo | MICS Foundation
Luciana Mastrolonardo | DdA UNICH
Raffaella Massacesi | DdA UNICH

11:15
GROUNDING INTO LOCAL CONTEXTS
ABRUZZO SHEPERDING ACTIVITY
AND ITS RELATIONSHIP TO WOOL
Rossella Ferretti | Maiella National Park

11:30
WOOL UNDER THE LENS
THE MICRO SCALE AND ITS BY PRODUCTS
Moderator
Rossana Gaddi | DdA UNICH
Panelists
Rosanna Veneziano, Stefano Salzillo | Università Vanvitelli
Claudia Vineis | CNR - STIIMA
Vincenzo Guarino | CNR - IPCB
Discussants
Andrea Raggi | DEC UNICH
Luciana Mastrolonardo | DdA UNICH

12:30
WOOL WHERE YOU LEAST EXPECT IT
PACKAGING, INSULATION, HEALTHCARE
Moderator
Valentina Ciuffreda | DdA UNICH
Panelists
Angela Morris | WoolCool
Giuseppina Buzzi | Gomitolorosa
Daniela Bosia | POLITO
Discussants
Giovanni Maria Conti | POLIMI
Valentino Sangiorgio | INGEO UNICH
Donatella Radogna | DdA UNICH

13:30
WOOL SUSTAINABILITY
DESIGN APPROACHES
Moderator
Laura Boffi | DdA UNICH
Panelists
Kirsti Reitan Andersen | Royal Danish Academy
Wijdan Tawfiq | King Abdulaziz University
Discussants
Emilio Rossi | DdA UNICH
Emilio Salvatore Leo | Lanificio Leo
Filippo Clemente | Pecore Attive
Annalisa Spalazzi | GSSI Gran Sasso Science Institute

14:30 - 15:30 | **LIGHT LUNCH**

15:30
FINAL SPEECH
PROTOTYPING OF NEW NETWORKS FOR THE REACTIVATION OF THE SUPPLY CHAIN
Rossana Gaddi | DdA UNICH, **Luciana Mastrolonardo** | DdA UNICH, **Enza Gioia** | MICS Foundation
Roberto Liberti | Università Vanvitelli with **Filippo Clemente** | Pecore Attive

16:00
UPCOMING EVENTS
THANKS AND GREETINGS UNTIL NEXT TIME

WWW.OSSERVATORIOFILA.IT

CLICK TO FOLLOW
US ONLINE

CLICK TO DOWNLOAD
THE INSTANT BOOK

FUNDED BY

HOSTED BY

SCIENTIFIC COORDINATION

Ringraziamenti
Acknowledgments

Si ringraziano sentitamente tutti i partner del progetto FiLA e gli stakeholder territoriali che stanno attivamente contribuendo alle sperimentazioni in corso.

In particolare:
Fondazione MICS - Made in Italy Circolare e Sostenibile
Regione Abruzzo, Assessorato alle attività produttive
Regione Lombardia, Assessorato all'Agricoltura, Sovranità Alimentare e Foreste
Parco Nazionale della Maiella
Comune di Calascio (AQ)
Alma Mater Studiorum, Università di Bologna - Dipartimento di Architettura
Università di Firenze - Dipartimento di Agraria
Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli - Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale

We sincerely thank all the partners of the FiLA project and the local stakeholders who are actively contributing to the ongoing experiments.

In particular:
MICS Foundation — Made in Italy Circular and Sustainable
Abruzzo Region, Department of Productive Activities
Lombardy Region, Department of Agriculture, Food Sovereignty and Forests
Maiella National Park
Municipality of Calascio (AQ)
Alma Mater Studiorum, University of Bologna — Department of Architecture
University of Florence — Department of Agriculture
University of Campania Luigi Vanvitelli — Department of Architecture and Industrial Design

OSSERVATORIO NAZIONALE
Filiera Produzione Sostenibile
LANE AUTOCTONE

FiLA**SYMPOSIUM**
INSTANT BOOK

LE PROSPETTIVE DELLA FILIERA DELLA LANA

TRA TRADIZIONE, INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ

The perspectives on the Wool Supply Chain

Tradition, Innovation, and Sustainability

a cura di Laura Boffi e Valentina Ciuffreda
edited by Laura Boffi and Valentina Ciuffreda

Come può la lana italiana, attualmente considerata un rifiuto che grava sugli allevatori e sottoposta ad un confronto impari con le lane d'importazione, diventare volano di nuove economie?

Come sfruttare le caratteristiche della lana italiana per pensare ad usi differenti da quelli più comuni e coniugare saperi tradizionali con le più avanzate innovazioni tecnologiche?

Sono queste le principali sfide del progetto FiLA —Filiera Produzione Sostenibile Lane Autoctone— ideato e coordinato dal Dipartimento di Architettura dell'Università d'Annunzio di Chieti e Pescara e finanziato dal partenariato MICS - Made in Italy Circolare e Sostenibile.

Questo instant book, connesso all'evento di lancio della mappa dell'Osservatorio FiLA, indaga tre spunti di riflessione emersi dallo studio dei trend di innovazione nel campo dell'utilizzo della lana: l'utilizzo dei sottoprodotti della lana, l'utilizzo della stessa in contesti come l'imballaggio, l'isolamento e la salute, e gli approcci del design nel campo della sostenibilità.

How might Italian wool -currently treated as waste that burdens breeders and struggles to compete with imported fibers- become a catalyst for new economic models?

How might its intrinsic properties be leveraged to envision applications beyond conventional uses, by combining traditional knowledge with cutting-edge technological innovation?

These are the central challenges of the FiLA Observatory Project — Sustainable Supply Chain for Autochthonous Wool Production, ideated and coordinated by the Department of Architecture of the University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara and funded by the MICS Partnership — Circular and Sustainable Made in Italy.

This instant book, connected to the launch event of the FiLA Observatory map, investigates three points of reflection that emerged from studying innovation trends in the field: wool by-products, its use in unusual contexts such as packaging, insulation and health, and design approaches towards sustainability.

UNAPRESS07
Urban NarrAction

FINANZIATO DA
MICS Made in Italy Circolare e Sostenibile
Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

SEDE OSPITANTE
Parco Nazionale della Maiella
unesco Global Geopark
maiella Geopark

COORDINAMENTO SCIENTIFICO
UdA
DdA PESCARA
Palazzo delle Conoscenze UNIVERSITÀ DEGLI STUDI "GABRIELE D'ANNUNZIO" CHIETI - PESCARA