

ARTICLE INFO

Received	22 March 2024
Revised	17 April 2024
Accepted	25 April 2024
Published	30 June 2024

MICRO-RETI LOCALI PER LA TRANSIZIONE VERDE DELLA FILIERA DELLA LANA

LOCAL MICRO-NETWORKS FOR GREEN TRANSITION OF THE WOOL SUPPLY CHAIN

Rossana Gaddi, Luciana Mastrodonardo

ABSTRACT

Oggi le aree interne italiane affrontano sfide complesse quali spopolamento, isolamento e debolezza economica. Attraverso un progetto di ricerca condotto a Taranta Peligna (Chieti, IT), si mira a valorizzare la filiera della lana, con l'adozione di un approccio sistemico, co-progettuale e di collaborazione tra Enti locali, Istituzioni e comunità. Per sviluppare soluzioni innovative e sostenibili, adottando le metodologie del design sistemico e mediante l'analisi di casi studio internazionali, si propongono azioni concrete, come la creazione di una comunità energetica e l'attivazione di centri di lavaggio sostenibili e di un Osservatorio di rete. Attraverso una serie di interventi strategici il progetto intende ristabilire l'importanza dell'industria laniera, integrando tecnologie moderne in processi tradizionali per realizzare un'economia locale rivitalizzata e a impatto ridotto.

Italy's inland areas face complex challenges such as depopulation, isolation and economic weakness. Through a research project conducted in Taranta Peligna (Chieti, IT), the paper aims to enhance the wool supply chain by adopting a systemic, co-design and collaborative approach among local governments, institutions and communities. To develop innovative and sustainable solutions, implementing systemic design methodologies and through the analysis of international case studies, concrete actions are proposed, such as creating an energy community and the activation of sustainable washing centres of a Network Observatory. Through a series of strategic interventions, the project aims to re-establish the importance of the wool industry by integrating modern technologies into traditional processes to achieve a revitalised, low-impact local economy.

KEYWORDS

aree interne, economia circolare, filiera della lana, comunità energetiche, design sistemico

inland areas, circular economy, wool supply chain, energy communities, systemic design

Rossana Gaddi, Designer and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architecture of the University of 'G. d'Annunzio' in Chieti-Pescara (Italy), where she specialises in Communication Design and enhancement of local and territorial resources. She has participated in national and international seminars and research programs on innovation for cultural and territorial valorisation, as well as communication and system design for social inclusion. E-mail: rossana.gaddi@unich.it

Luciana Mastrodonardo, Architect and PhD, is a Researcher at the Department of Architecture of the University 'G. d'Annunzio' in Chieti-Pescara (Italy), where she specialises in Architectural Technology and Process Sustainability. She has participated in national and international seminars and research programs on the impact of sustainability at various scales and dimensions. E-mail: l.mastrodonardo@unich.it



Le aree interne italiane, caratterizzate da marginalità geografica ed economica e bassa densità abitativa, oggi affrontano sfide complesse ampiamente dibattute in letteratura (Becattini, 2015; Carrosio, 2019; De Rossi, 2018; Teti, 2022; Basile and Cavallo, 2020) quali lo spopolamento, la carenza di servizi, la debolezza del tessuto produttivo e la conseguente marginalizzazione sociale. Le cause sono molteplici e ascrivibili a fattori geografici (isolamento e distanza da centri urbani maggiori), economici (mancanza di investimenti e di opportunità lavorative), sociali (servizi pubblici primari carenti, in primis formativi e abilitanti, carenza di cultura imprenditoriale).

Per invertire questa rotta è necessario cogliere le opportunità offerte dai Piani strategici incentrati sull'economia circolare, quali il Circular Economy Action Plan (European Commission, 2020) passando da un modello produttivo lineare basato sullo sfruttamento delle risorse a uno di tipo circolare e rigenerativo (Ellen MacArthur Foundation, 2015), promuovendo la filiera corta, investendo nelle energie rinnovabili e nell'economia verde, valorizzando il patrimonio per sviluppare modelli di turismo sostenibile, agevolare la digitalizzazione e rafforzare la collaborazione tra Istituzioni, Enti e cittadini (Bolognesi and Magnaghi, 2020).

All'interno del dibattito sulla de-marginalizzazione delle aree rurali interne (Barbera, Cerosimo and De Rossi, 2022) emergono i rischi di intransigenti posizioni opposte e logiche estrattive (Acemoglu and Robinson, 2013) che non favoriscono progettualità partecipative e non apportano vantaggi per le comunità locali. La valorizzazione delle attività rurali ad alto valore aggiunto non richiede approcci semplificati ma gradi raffinati di complessità e integrazione, mettendo a rete conoscenze e competenze innovative dal punto di vista imprenditoriale e sociale (Duong, Wang and Radics, 2021).

In tal senso la filiera della lana e delle razze autoctone ovine, un tempo risorsa di grande valore e oggi caratterizzata dal basso ritorno di investimento e difficoltà nella gestione sostenibile dei processi produttivi (Klepp and Tobiasson, 2022), è un asset che può contribuire a contrastare lo spopolamento delle aree interne, favorendo transizione energetica e innovazione sistemica (Sanua, Simboli and Taddeo, 2020), con ricadute positive a livello economico, sociale e ambientale. In tal senso la transizione va supportata da un modello energetico distribuito e climaticamente neutro, sfruttando il potenziale delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER).

Obiettivi e fasi | Il presente contributo si pone l'obiettivo generale di definire una strategia attuativa per valorizzare i territori interni del Centro-Sud Italia e promuovere azioni design-driven integrate, sostenibili e inclusive (Ferrara and Squatrito, 2022) che possano analizzare l'intero ciclo di vita della lana autoctona nazionale, adottando un approccio sistemico per valutare la complessità dei processi e massimizzare le potenzialità dell'economia circolare.

La ricerca a cui si riferisce è stata avviata nel 2022, con la firma di una convenzione tra il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi 'G. d'Annunzio' di Chieti-Pescara e il Comune di Taranta Peligna, un piccolo agglomerato urbano della Provincia abruzzese di Chieti a forte decre-

mento, all'interno della SNAI Basso Sangro-Trigno-Sinello, ultra-periferico rispetto alla distanza dal polo più vicino. Il suo territorio è in gran parte compreso nel Parco Nazionale della Maiella e conta risorse ambientali a potenzialità turistiche inesprese (tra cui il Parco Fluviale delle Acque vive e le Grotte del Cavallone). I Beni storico-culturali sono tutti legati alla storia economica e sociale dell'Alta Valle dell'Aventino e alla lavorazione della lana, di cui Taranta Peligna è stato il capoluogo economico.

Le attività di ricerca, supportate anche dalle risorse PNRR del bando Borghi (Linea B – Interventi per la rigenerazione culturale e sociale dei piccoli borghi storici) che verranno impiegate a partire dal 2024, integrano i dati derivanti dalla revisione della letteratura con quelli ottenuti dai casi studio analizzati per poi attualizzarli nella ricerca sul campo in tre macro-fasi analitiche e progettuali: fase 1) analisi e ascolto; fase 2) rilevazione delle opportunità strategiche; fase 3) messa in rete delle risorse (Fig. 1).

Metodologia e strumenti | La metodologia di ricerca, interdisciplinare e deduttiva, mette al centro gli approcci del Design Sistemico (Bistagnino, 2009) applicandoli all'analisi energetico / ambientale (Butera, 2021), per supportare la comprensione delle dinamiche della complessità (Bisson et alii, 2022), favorire la valorizzazione del territorio attraverso servizi, prodotti e comunicazione dalla forte caratterizzazione relazionale (Magnaghi, 2020) e facilitare i processi di transizione (Irwin, 2019) sostenendo, collegando e sviluppando interventi per cambiare intenzionalmente valori, tecnologie, pratiche sociali e infrastrutture (Fig. 2).

Questa visione generale pone le basi per una esplorazione più approfondita attraverso la tecnologia dei processi produttivi sostenibili (Di Dio et alii, 2022) e i principi fondamentali dell'approccio sistemico (interrelazione tra scarti e risorse di sistemi produttivi differenti; relazioni all'interno del sistema; autoipotesi e rigenerazione; azione nei contesti locali; essere umano al centro del progetto) con il coinvolgimento di attori e processi esterni in grado di generare cicli industriali aperti (Barbero and Ferulli, 2023) e rifacendosi a teorie quali la Cluster Theory (Porter, 1998), per rafforzare la complementarità delle imprese locali, l'Ecologia industriale (Frosch, 1992), per ridurre consumi e rifiuti, e le Simbiosi Industriali integrate (Ayres, 1994) con valutazioni LCA (Wiedemann et alii, 2020), per ottimizzare gli scambi di materie prime e energia.

Il contributo delle discipline del Design permette di individuare gli strumenti metodologici e operativi per inquadrare il sistema esistente, progettare sistemi scalabili multilivello e attivare processi partecipati e buone pratiche a basso impatto: le fasi di sviluppo si valuteranno con indicatori di monitoraggio bottom-up di tipo:

- Sociale, per il coinvolgimento degli attori locali in collaborazioni e sinergie (monitoraggio del numero e della qualità delle collaborazioni di rete instaurate con altre organizzazioni, istituzioni o enti);
- Culturale, con innovazione e apprendimento continuo e cooperativo (monitoraggio del livello di innovazione e apprendimento generato, numero di soluzioni proposte, partecipazione a eventi di formazione o diffusione);
- Economico, in termini di risorse (anche derivate da bandi competitivi) impiegate e loro allocazione;

- Welfare, rispetto a produzione di servizi e prodotti per gli abitanti (numero di azioni e/o servizi attivati);

- Ambientale, relativo all'impatto ambientale ed energetico (valutazione dei flussi di materiali ed energia, delle emissioni, del consumo di risorse naturali e dell'efficienza energetica).

Analisi di contesto: rete locale a zero emissioni (Fase 1 – 2022-2023) | Le prime fasi analitiche del progetto hanno riguardato l'ascolto dei bisogni comunitari, l'analisi quantitativa e il coinvolgimento degli stakeholder, per ottenere una mappatura delle risorse locali utile alla definizione di una comunità energetica neutra. Il coinvolgimento attivo del Comune di Taranta Peligna, soggetto promotore della ricerca, e degli stakeholder locali (tra cui il Parco Nazionale della Maiella, Enti e associazioni locali, realtà imprenditoriali e formative regionali) ha permesso di delineare le prospettive di crescita a partire dalle risorse locali, per individuare un set ampio di opportunità strategiche da poter confrontare secondo indicatori comuni, circoscrivere le più promettenti e testarle attraverso progetti pilota nelle fasi successive.

Oltre alle risorse energetiche solari (Comune di Taranta Peligna, 2015), la presenza di energia idroelettrica a cascata ha suggerito l'adozione di un approccio decentrato di produzione / consumo, per aumentare il potenziale circolare dell'energia. Per Taranta Peligna è stato quindi proposto un modello di autoproduzione multimodale distribuito (Fig. 3) che possa sfruttare l'energia idroelettrica a cascata presente nel territorio e implementare l'energia fotovoltaica già esistente su coperture pubbliche, attivando impianti locali rinnovabili gestiti in modo condiviso. I vantaggi del modello multi-sorgente proposto includono la valorizzazione delle fonti rinnovabili adatte alla produzione e all'uso di prossimità, ma anche la riduzione dei picchi di potenza (giornaliera del fotovoltaico e stagionale dell'idroelettrico) e degli squilibri legati alle diverse fonti rinnovabili (Gaddi and Mastrodonato, 2023).

L'ascolto locale ha inoltre individuato prospettive per lo sviluppo di micro-azioni che necessitano di ulteriore accompagnamento nella costruzione di modelli di business credibili rispetto agli attori locali attivi (Fig. 4-7). L'analisi di esperienze imprenditoriali recenti e fallimentari ha mostrato la scarsa propensione ad azioni imprenditoriali e la necessità di supporto formativo e di rafforzamento delle potenzialità esistenti per attivare il protagonismo locale. Per far fronte a questo rischio la comunità energetica sarà supportata da una 'comunità di pratica' (Wenger, 1998) per lavorare in modo cooperativo sulla condivisione del processo di identificazione dei bisogni, l'accrescimento della conoscenza e la promozione delle micro-economie nel territorio.

La partecipazione attiva dei consumatori alle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), per invertire il processo di distribuzione energetica centralizzata e migrare verso un modello di energia distribuita basata su fonti rinnovabili locali e tecnologie avanzate, è in linea con gli obiettivi europei legati al Green Deal (European Commission, 2019) e in Italia segue il Decreto n. 414 del 7 dicembre 2023 (MASE, 2023) che estende il concetto di CER alla cabina primaria (fino a 1 MW). Il Comune di Taranta Peligna, con l'avallo del Parco della Maiella-

la e il coinvolgimento della propria comunità, propone la costituzione di una comunità energetica le cui fasi strategiche progettuali in costruzione riguardano: 1) la mappatura dei consumi finali di energia, delle fonti energetiche usate, dell'intensità energetica del territorio, delle emissioni di CO₂ e del livello di dipendenza energetica, individuando anche la localizzazione delle opere di presa e di restituzione e restituendo l'esatto paesaggio idroelettrico attuale; 2) il sistema artificiale dell'idroelettrico, che genera punti di accesso al paesaggio, per il recupero del patrimonio ambientale anche in chiave turistica; 3) gli scenari di auto sostenibilità locale. Nei tratti ritenuti idonei, e compatibilmente con la normativa regionale, si può prevedere il potenziamento di vecchi impianti (pubblici e privati) o la creazione di nuovi punti di captazione.

Dopo l'analisi delle risorse energetiche del Comune di Taranta Peligna è stata implementata l'azione pre-progettuale per la definizione di vincoli e opportunità strategiche per la creazione scenari e concept progettuali innovativi. L'individuazione della rilevanza dei centri di stoccaggio e di lavaggio della lana suocida all'interno della filiera italiana è stata ottenuta tramite l'analisi e l'ascolto delle realtà laniere riconosciute a livello nazionale (tra cui aziende private di allevamento, trasformazione e nobilitazione della materia prima, valorizzazione e manifattura) e la mappatura di stakeholder ed Enti territoriali (tra cui il Comune di Taranta Peligna, la Cooperativa di Comunità Tarantula, il Gruppo di Azione Locale Valle Seriana e Laghi Bergamaschi), le associazioni, i network e i gruppi di ricerca universitari.

Opportunità strategiche: il lavaggio della lana suocida (Fase 2 – 2023-2024) | La filiera della lana si presenta come un sistema frammentato e con diverse difficoltà strutturali quali la mancanza di integrazione, la scarsa collaborazione tra i diversi attori (allevatori, processatori, aziende manifatturiere, di trasformazione finale e di valorizzazione) che ne ostacolano lo sviluppo e la competitività. Inoltre, la competizione internazionale comporta profondi effetti economici e sociali sui sistemi di

produzione locali, quali il ridimensionamento delle filiere, la riduzione dei redditi da impresa e lavoro, il calo della domanda di beni e servizi indiretti, la minore generazione di risparmio per investimenti e, non in ultimo, l'aumento dell'impatto ambientale legato ai consumi energetici, ai residui chimici, ai rifiuti generati e al trasporto dei beni (Fig. 8).

In un contesto di mercato che vede la finezza del filato medio italiano come non competitivo rispetto all'offerta neozelandese, anche le pregiate lane autoctone come la Merinos italiana e la Gentile di Puglia spesso non vengono adeguatamente valorizzate, vendute a prezzi inferiori a quelle di importazione. Diversamente, la lana non utilizzata o di scarto rappresenta un problema significativo per gli allevatori, con costi elevati per lo smaltimento, perché sottoprodotto di origine animale e quindi rifiuto speciale (The European Parliament and the Council, 2009). Individuando le criticità di filiera sono emerse soluzioni replicabili dalle migliori buone pratiche (Tab. 1) sul tema in grado di superare alcune criticità strutturali coinvolgendo le comunità locali e includendo il lavaggio (Allafi et alii, 2022).

In Sudafrica, uno dei maggiori Paesi produttori di lana al mondo, è stato condotto uno studio (Matlhoko et alii, 2023) per la valorizzazione della lana autoctona, analizzando le usanze tradizionali della comunità di allevatori, per aumentare il benessere animale e la qualità del vello. La Free State University ha condotto un programma formativo rivolto ai piccoli allevatori e alla comunità focalizzato sull'intera catena del valore della lana: allevamento, lavorazione della lana, vendita del semilavorato e sviluppo del prodotto.

Agli allevatori sono stati insegnati i processi tradizionali oggi automatizzati nelle industrie laniere, come la pettinatura a mano con acqua calda e detergente, l'asciugatura all'aria e l'uso di pettini per cardare e rimuovere l'erba dalla lana pettinata. Inoltre è stata valutata l'efficacia del modello di lavaggio decentrato a basso impatto utilizzando metodi tradizionali di strigliatura su piccola scala, per gli agricoltori che non hanno accesso a macchinari sofisticati. Utilizzando un microscopio elettro-

nico a scansione, tecniche di spettrofotometria e analisi statistica a diversi tempi di lavaggio si è dimostrato che l'utilizzo di una combinazione di detersivo standard con un tempo di lavaggio di 10-15 minuti produce il risultato migliore in termini di proprietà della fibra, colore della lana e perdita di prodotto per abrasione, dimostrando la validità di tali processi di pulizia.

Il progetto ha dimostrato grande innovazione anche nei prodotti, fornendo agli stakeholders informazioni utili su come ottimizzare le pratiche di gestione delle risorse umane, sviluppare capacità analitiche e incoraggiare la creazione di nuove idee per il progetto (Parwita et alii, 2021); in aggiunta la ricerca ha posto l'enfasi sulla conoscenza condivisa e mediata dalla creatività quale mediatore di competenza, per generare innovazione sociale e innovazione (Arsawan et alii, 2022), evidenziando l'importanza del networking e della formazione per aumentare il potenziale di crescita dei piccoli allevatori.

Nell'isola di Gotland, in Svezia, è stato condotto un progetto di interesse nazionale di ricostruzione della filiera della lana considerata un prodotto di scarto dagli allevatori perché prodotta in eccesso rispetto alla domanda, anche per mancanza di tecnologia e capacità industriale per supportare le fasi produttive (Moberg et alii, 2023). La creazione di una rete locale di formazione e informazione per sostituire la lana importata con quella nazionale, rendere sostenibile il processo ed evitare scarti ha rafforzato notevolmente il mercato interno dei piccoli laboratori artigiani (Fig. 9).

La produzione locale laniera è importante sia dal punto di vista della sostenibilità che dell'auto-sufficienza: l'isola vanta infatti un centro di lavaggio a energia pulita a larga scala il cui impianto (Ullkonteret) riesce a riscaldare l'acqua necessaria al lavaggio utilizzando energia eolica e pellet di legno. L'acqua viene riutilizzata e per il lavaggio vengono utilizzati solo detersivi ecologici senza sostanze chimiche pericolose. La linea di lavaggio (2 tonnellate al giorno) è composta da cinque vasche in linea nelle quali la lana, grazie all'utilizzo di dipanatori e rulli, viene lavata e strizzata ripetutamente a ogni

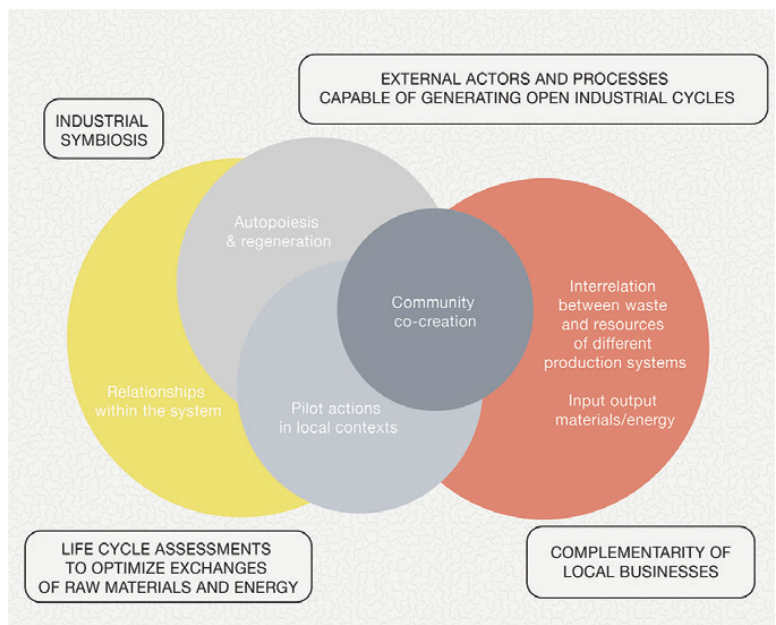
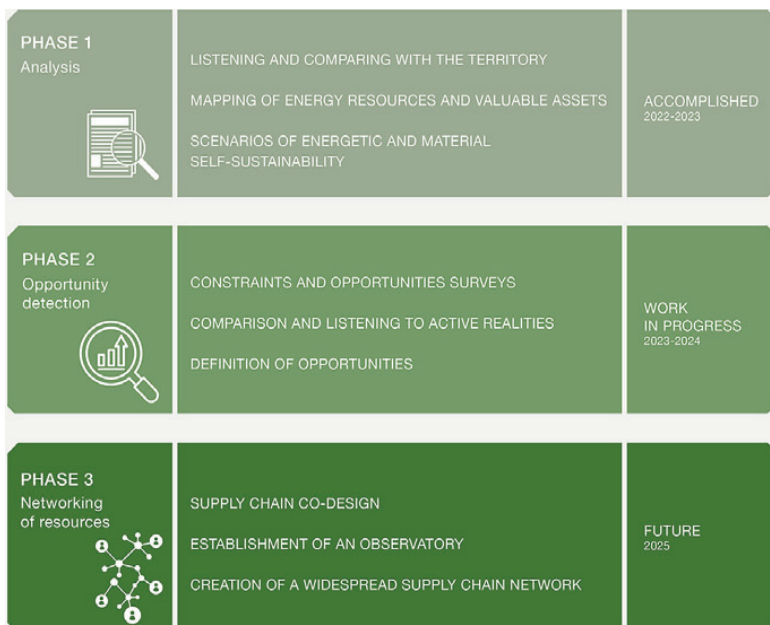


Fig. 1, 2 | Design actions and steps; Research methodology (credits: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2022).

passaggio di vasca; dopo il lavaggio viene trasportata in una stanza di asciugatura (Fig. 10) e in ultimo viene pressata in balle e trasportata alla cardatura della lana, nella regione di Småland (Fig. 11).

Il progetto di Gotland ha ricevuto finanziamenti per sostenere lo sviluppo e l'organizzazione di un centro di competenza e produzione tessile per le aziende tessili a cui gli imprenditori locali si possono rivolgere per collaborazioni commerciali. I corsi e le attività di formazione per il miglioramento delle competenze hanno costituito una parte importante dell'investimento: sono state coinvolte in modo attivo le comunità locali ed è stata posta molta enfasi sul potenziale della materia prima, scura e molto morbida (Fig. 12). Il principale gruppo target dell'investimento sono state proprio le piccole aziende tessili locali interessate a produrre sotto una identità comune.

Nella Valle Verzasca, nella Svizzera italiana, è stato sviluppato un piccolo impianto sperimentale di lavaggio nato da una rete locale collaborativa, supportata dai finanziamenti dell'Ufficio Federale dell'Agricoltura e coordinata dalla SUPSI (Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana), con un focus sulla ricostruzione della filiera locale mettendo al centro sostenibilità del processo e aspetto comunitario (Menato et alii, 2015). In questo contesto il processo di lavorazione della materia prima era tradizionalmente manuale e non permetteva l'eliminazione di tutto il materiale indesiderato: la lana così ottenuta era di scarsa qualità. L'alternativa era effettuare tale processo conto terzi, con costi elevati, superiori anche a quelli di acquisto della materia prima già lavata dalla Nuova Zelanda. In dialogo aperto con l'Università si è lavorato allo sviluppo di tecnologie di lavaggio a basse temperature e senza prodotti chimici.

In uno spazio messo a disposizione dall'Amministrazione locale e trasformato in laboratorio artigianale sono state sviluppate soluzioni sostenibili per l'impianto di lavaggio, grazie al networking con l'impianto italiano di Romagnano Sesia (nei pressi del distretto laniero del biellese), dove era presente un piccolo lavaggio a basso impatto. Oggi vengono processati circa 6.000 kg di lana all'anno utilizzando ultrasuoni per eliminare il grasso dalla lana, un essiccatoio per asciugatura, tre vasche di pulizia (Fig. 13) senza detergenti chimici (che convogliano l'acqua di risulta direttamente negli scarichi comuni e permettono il recupero della lanolina – con un alto valore nella filiera cosmetica), vasche di tintura (Figg. 14, 15), nuli e telai per asciugatura, pettinatura (Fig. 16) e cardatura (Fig. 17) e un magazzino di stoccaggio che impedisce la generazione di cattivi odori.

I limiti derivanti da una filiera discontinua sono stati risolti da networking e innovazione. La ricaduta territoriale ha portato valore aggiunto su tre livelli: tecnico (sviluppando un nuovo impianto di lavaggio semi-automatico ma di piccole dimensioni, includendo le competenze del distretto laniero di Biella nel network progettuale); logistico (con l'ottimizzazione dei flussi di materia prima tra allevatori, impianto di lavaggio e gli spazi di lavorazione a valle, con costi di trasporto ridotti al minimo) e strategico (distribuendo i benefici lungo l'intera filiera e individuando nuovi mercati grazie a una governance coerente con le necessità locali).

Nonostante le difficoltà iniziali dall'analisi emerge chiaramente che la filiera della lana presenta grande potenziale di sviluppo quando è possibile

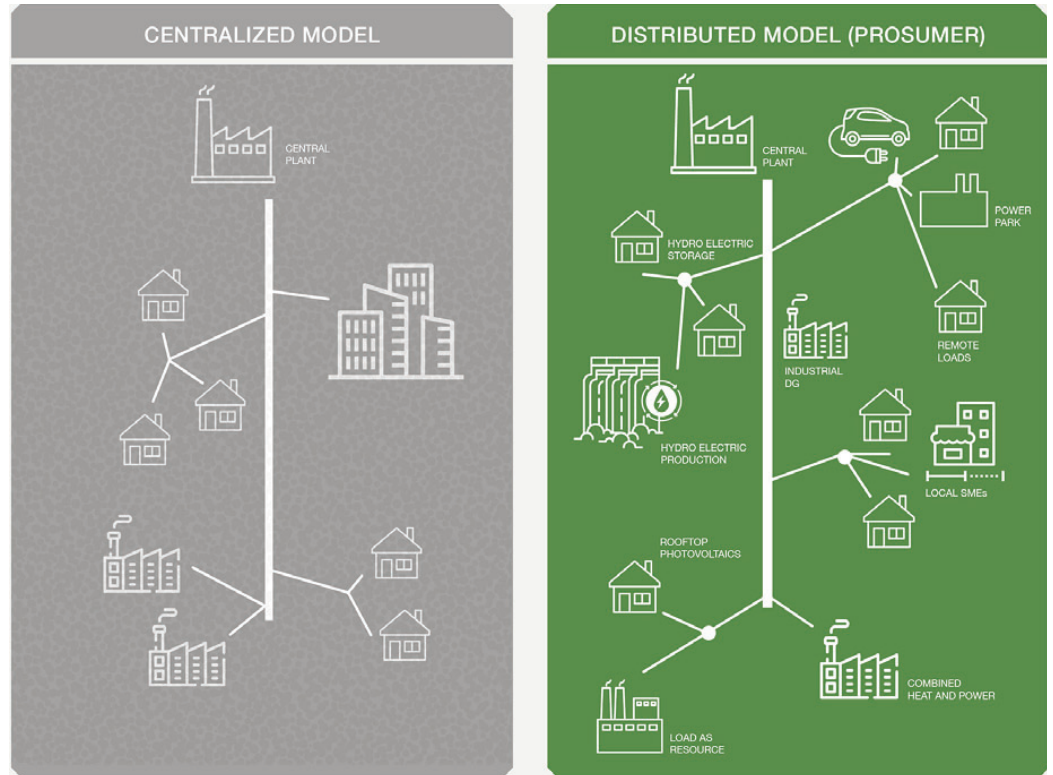


Fig. 3 | Local self-sustainability scenario referred to the advanced distributed generation model (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

innovare il processo in modo sostenibile e collaborativo, purché aumenti la consapevolezza del valore di una filiera diffusa che necessita principalmente di due fattori: 1) 'innovazione tecnologica', in un contesto di sostanziale assenza degli impianti di lavaggio (in Italia ne rimane solo uno a Biella) per abbattere i costi di trasporto e definire una catena di lavaggio sperimentale di tipo misto (tecnologica / artigianale); 2) 'definizione di comunità consapevoli e diffuse', favorendo il dialogo tra tutti gli attori di filiera (allevatori, trasformatori, piccoli artigiani) e creando reti di Enti e persone informate.

Messa in rete delle risorse: progettazione del sistema per lo sviluppo locale (Fase 3 – 2025)

Utilizzando le energie rinnovabili del territorio e sfruttando l'idroelettrico a cascata, l'ipotesi applicativa riguarda un micro-impianto di lavaggio della lana sucida per il Centro-Sud Italia, coinvolgendo attori pubblici e privati tra i quali il marchio storico Lanificio Merlino di Taranta Peligna, proprietario di una centrale idroelettrica locale, dal salto di 12 metri, e di diversi edifici di archeologia industriale con macchinari storici che potrebbero essere rinnovati introducendo tecnologie di lavaggio a basso impatto, attraverso una gestione mista e comunitaria.

La fattibilità di un centro di lavaggio di questo tipo, capace di sfruttare energia idroelettrica o energie da fonti rinnovabili locali, verrà verificata in una fase prossima di sviluppo del progetto, grazie all'istituzione di un Osservatorio nazionale sulla filiera sostenibile delle lane autoctone italiane, che avrà l'obiettivo di facilitare lo scambio di conoscenze e buone pratiche tra i diversi attori della filiera, monitorare e valutare l'efficacia delle iniziative che verranno intraprese, rafforzare la competitività del settore sul mercato globale e promuovere innovazione di processi, prodotti e servizi. Verranno quin-

di attivati progetti pilota coinvolgendo attori di filiera con un bagaglio qualificato e diversificato di competenze e conoscenze, che già lavorano insieme sul territorio del Centro-Sud Italia, quali il già citato Lanificio Merlino (CH), il Lanificio Bianco (CH), il Lanificio Leo (CZ), gli artigiani di Pecore Attive (BA), Aquilana (AQ), Wuuls (AQ-PE-TE) e l'associazione Pecunia (AQ).

Il progetto propone quindi un modello evoluto fondato sull'economia circolare e la produzione sostenibile di una filiera della lana autoctona italiana riconfigurata: consapevole e competente, energeticamente neutra e inclusiva. Il valore aggiunto di questa azione è multiforme, promuovendo l'interdipendenza e la cooperazione tra i vari partner, incoraggiando una visione olistica e sistemica dello sviluppo locale attraverso l'accompagnamento e da parte dell'osservatorio che sarà il perno delle micro-azioni territoriali.

Riflessioni conclusive e nuove prospettive per le aree interne

La ricerca mette in luce l'importanza di affrontare le sfide connesse alle aree marginali interne del Centro-Sud Italia attraverso un approccio integrato e sistemico, aprendo la strada a una prospettiva di sviluppo sostenibile in aree dove è riscontrabile una grande presenza di risorse rinnovabili e al contempo di piccole manifatture tradizionali con competenze tecnico-professionali in grado di garantire elevati standard qualitativi. In questi territori è possibile pensare di rivitalizzare risorse locali e microeconomie comunitarie, indispensabili per una filiera energeticamente neutra.

L'attuazione di progetti pilota di rete definiti in modo sartoriale su competenze, patrimoni e capacità di resilienza dei territori rappresenta quindi il mezzo attraverso il quale si intende concretizzare questo approccio in modo scalabile, in stretta collaborazione con designer e realtà manifatturi-

riere per la creazione di soluzioni creative – improntate a una visione merceologica contemporanea che promuova un paradigma circolare (Vezzoli, Ceschin and Diehl, 2021) – basate su ciclo di vita e sull’attivazione simbiotica di vicinanza, valorizzando le risorse disponibili e al contempo promuovendo la consapevolezza del capitale sociale, culturale e territoriale locale.

L’apporto del Design, in questo contesto applicativo, è individuabile nella facilitazione delle definizioni dei ruoli chiave di una filiera innovativa dove i processi relazionali sono in stretta connessione con quelli produttivi e necessitano di un canale di dialogo sempre aperto tra le necessità della sostenibilità ambientale e di business (sostenibilità economica) che necessariamente si appoggiano sulle competenze (sostenibilità sociale).

Le fasi analitiche della ricerca hanno tuttavia confermato la complessità di un modello di sviluppo partecipato, mostrandone limiti e vincoli. Un modello basato sulla co-creazione comunitaria per un’unione di scopo in territori marginali soffre la strutturale difficoltà del superamento dell’ap-

proccio economico classico e della cultura individuale; ne è esempio la cooperativa Tarantula, costituita nel 2020, ma già in fase di chiusura per mancanza di soci. In tal senso sarà quindi fondamentale la definizione di un networking nazionale di realtà produttive e di ricerca improntato al protagonismo dei singoli, ma in un’ottica di pari responsabilità, per permettere la convergenza delle competenze strategiche diffuse nella filiera, senza sottovalutare le possibili estensioni produttive in altri settori (bio-edilizia, interior, trasporti, cosmesi, ortoflorovivaismo, etc.). Il modello di filiera, la definizione della rete e la verifica del modello di business ad oggi sono ipotesi basate sulla ricerca analitica e di confronto con gli attori, ma verranno definiti dopo l’istituzione e il monitoraggio dell’Osservatorio (fase 3).

Il modello di business proposto è di tipo distribuito e collaborativo e, coinvolgendo attivamente comunità locali, designer e produttori, può stabilire un approccio replicabile in altri territori con scarse risorse industriali, dove la messa in rete delle risorse diffuse può favorire il coinvolgimento e la re-

sponsabilizzazione della comunità per la creazione di una catena di produzione della lana a basso impatto, energeticamente neutra e in linea con gli sforzi internazionali verso la sostenibilità e l’economia circolare.

Italy’s inland areas, characterised by geographic and economic marginality and low population density, today face complex challenges widely debated in the literature (Becattini, 2015; Carrosio, 2019; De Rossi, 2018; Teti, 2022; Basile and Cavallo, 2020) such as depopulation, lack of services, weak productive fabric and consequent social marginalisation. The causes are multiple and attributable to geographic (isolation and distance from major urban centres), economic (lack of investment and job opportunities), and social (lack of primary public services, primarily educational and enabling, lack of entrepreneurial culture) factors.

In order to reverse this trend, it is necessary to seize the opportunities offered by strategic plans focused on the circular economy, such as the Circular Economy Action Plan (European Commission, 2020), by moving from a linear production model based on resource exploitation to a circular and regenerative one (Ellen MacArthur Foundation, 2015), promoting short supply chains, investing in renewable energy and the green economy, enhancing heritage to develop sustainable tourism models, promoting digitalisation, and strengthening collaboration between institutions, authorities and citizens (Bolognesi and Magnaghi, 2020).

Within the debate on the de-marginalization of inland rural areas (Barbera, Cerosimo and De Rossi, 2022) emerge the risks of intransigent oppositional positions and extractivist logics (Acemoglu and Robinson, 2013) that do not foster participatory planning and do not bring benefits to local communities. Enhancing high-value-added rural activities does not require simplified approaches but refined degrees of complexity and integration, networking innovative knowledge and skills from entrepreneurial and social perspectives (Duong, Wang and Radics, 2021).

In this sense, the wool and native sheep breeds supply chain, once a resource of great value but now characterised by low return on investment and difficulties in the sustainable management of production processes (Klepp and Tobiasson, 2022), is an asset that can help counter depopulation of inland areas by fostering energy transition and systemic innovation (Sanua, Simboli and Taddeo, 2020), with positive economic, social and environmental impacts. In this sense, the transition should be supported by a distributed and climate-neutral energy model, exploiting the potential of Renewable Energy Communities (RECs).



Fig. 4 | Freshly sheared Gentile di Puglia wool: Active Sheep, Altamura, Bari (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

Fig. 5 | Curling detail of Gentile di Puglia wool: Active Sheep, Altamura, Bari (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

Fig. 6 | First manual sorting: Active sheep, Altamura, Bari (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

Fig. 7 | Carded Gentile di Puglia wool: Active Sheep, Altamura, Bari (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

Objectives and phases | The overall objective of this paper is to define an implementation strategy to enhance the inland territories of Central-Southern Italy and promote integrated, sustainable and inclusive design-driven actions (Ferrara and Squarrito, 2022) that can analyse the entire life cycle of domestic native wool, adopting a systemic approach to assess the complexity of processes and maximise the potential of the circular economy.

The research referred to was initiated in 2022, with the signing of an agreement between the Department of Architecture at the University of 'G. d'Annunzio' in Chieti-Pescara and the Municipality of Taranta Peligna, a small urban settlement in the Abruzzo Province of Chieti experiencing a significant decline, located within the SNAI Basso Sangro-Trigno-Sinello area, which is highly peripheral concerning the distance from the nearest hub. Its territory is largely encompassed within the Maiella National Park and boasts environmental resources with untapped tourism potential (including the Acquedive River Park and the Cavallone Caves); historical and cultural assets are all linked to the economic and social history of the Upper Aventino Valley and wool industry, of which Taranta Peligna was the economic hub.

The research activities, also supported by resources from the PNRR (National Recovery and Resilience Plan) through the Borghi call for proposals (Line B – Interventions for the cultural and social regeneration of small historic villages), which will be utilised starting from 2024, integrate data derived from the literature review with those obtained from analysed case studies, and subsequently actualise them in field research through three macro-analytical and design phases: Phase 1) analysis and listening; Phase 2) identification of strategic opportunities; Phase 3) networking of resources (Fig. 1).

Methodology and tools | The research methodology, interdisciplinary and deductive, focuses on Systemic Design approaches (Bistagnino, 2009) applying them to energy / environmental analysis (Butera, 2021) to support the understanding of complexity dynamics (Bisson et alii, 2022), foster the enhancement of the territory through services, products, and communication with a strong relational characterisation (Magnaghi, 2020) to facilitate transition processes (Irwin, 2019) by supporting, connecting, and developing interventions to intentionally change values, technologies, social practices, and infrastructure (Fig. 2).

This general vision lays the groundwork for deeper exploration through the technology of sustainable production processes (Di Dio et alii, 2022) and the basic principles of the systems approach (interrelation between waste and resources of different production systems; relationships within the system; autopoiesis and regeneration; action in local contexts; human being at the centre of the project) with the involvement of external actors and processes that can generate open industrial cycles (Barbero and Ferulli, 2023) and drawing on theories such as Cluster Theory (Porter, 1998), to strengthen the complementarity of local enterprises; Industrial Ecology (Frosch, 1992), to reduce consumption and waste; and Integrated Industrial Symbiosis (Ayres, 1994) with LCA assessments (Wiedemann et alii, 2020), to optimise raw material and energy exchanges.

The contribution of Design disciplines enables

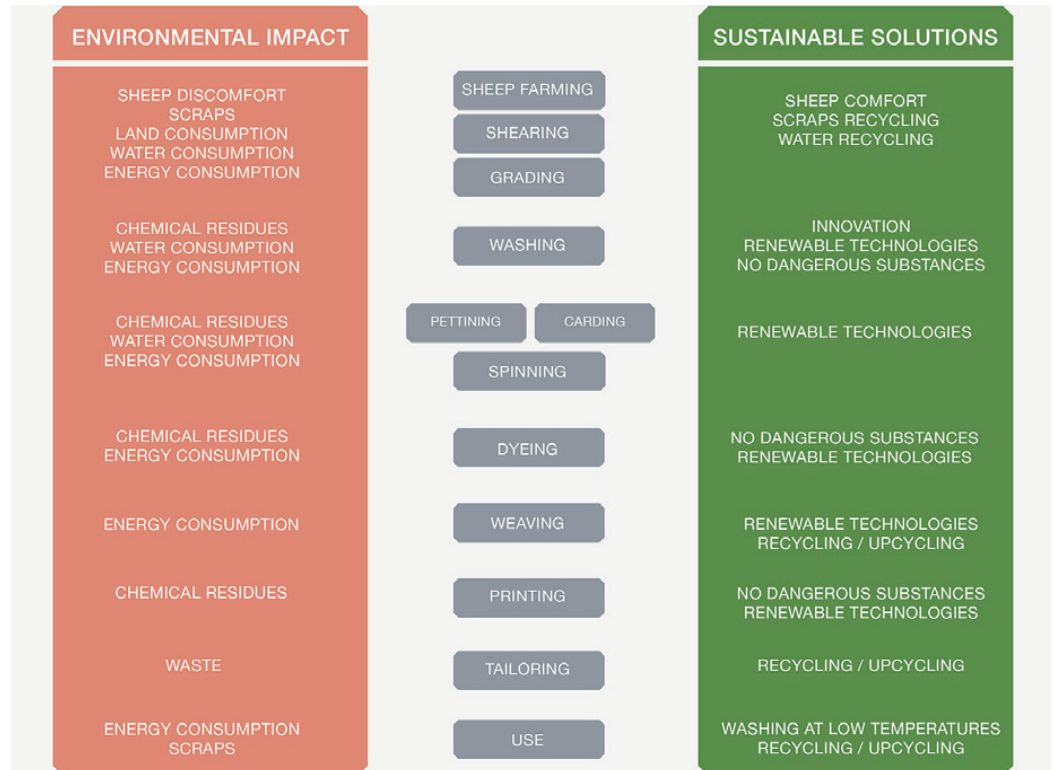


Fig. 8 | Wool supply chain: environmental impact versus sustainable solutions (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

the identification of methodological and operational tools to frame the existing system, design scalable multilevel systems, and activate participatory processes and low-impact best practices. Development phases will be evaluated with bottom-up monitoring indicators, including:

- Social, for the involvement of local actors in collaborations and synergies (monitoring the number and quality of network collaborations established with other organisations, institutions or entities);
- Cultural, with continuous and cooperative innovation and learning (monitoring the level of innovation and learning generated, number of solutions proposed, participation in training or dissemination events);
- Economic, in terms of resources (including those derived from competitive calls) deployed and their allocation;
- Welfare, compared to the production of services and products for inhabitants (number of actions and/or services activated);
- Environmental, relating to environmental and energy impact (assessment of material and energy flows, emissions, natural resource consumption and energy efficiency).

Context analysis: zero-emission local network (Phase 1 – 2022-2023)

| The initial analytical phases of the project involved listening to community needs, quantitative analysis and stakeholder involvement to obtain a mapping of local resources helpful in defining a neutral energy community. The active involvement of the Municipality of Taranta Peligna, the promoter of the research, and local stakeholders (including the Maiella National Park, local authorities and associations, and regional business and educational realities) made it possible to outline growth prospects starting with local resources, in order to identify a broad set of strategic opportunities that could be compared according to

common indicators, circumscribe the most promising ones and test them through pilot projects in the subsequent phases.

In addition to solar energy resources (Comune di Taranta Peligna, 2015), cascading hydropower suggested adopting a decentralised production / consumption approach to increase the circular energy potential. Therefore, a distributed multimodal self-generation model (Fig. 3) was proposed for Taranta Peligna, which can harness the cascading hydropower present in the area and implement the existing photovoltaic energy on public rooftops, activating local renewable plants managed in a shared way. The advantages of the proposed multi-source model include the enhancement of renewable sources suitable for proximity production and use, but also the reduction of peak power (daily of PV and seasonal of hydropower) and imbalances related to different renewable sources (Gaddi and Mastrodonardo, 2023).

Local listening also identified prospects for developing micro-actions that need further accompaniment in building credible business models with respect to active local actors (Figg. 4-7). Analysis of recent failed entrepreneurial experiences showed the low propensity for entrepreneurial actions and the need for training support and strengthening of existing potentials to activate local protagonism. To cope with this risk, the energy community will be supported by a 'community of practice' (Wenger, 1998) to work cooperatively on sharing the process of identifying needs, increasing knowledge and promoting micro-economies in the area.

The active participation of consumers in Renewable Energy Communities (RECs) – to reverse the process of centralised energy distribution and migrate to a distributed energy model based on local renewables and advanced technologies – is in line with European goals related to the Green Deal (European Commission, 2019) and in Italy follows

No.	Case study	Scientific approach and promoters	Starting Year	Nation	Lesson learned	Strengths	Weaknesses
1	Manual washing with techniques adapted from traditional methods	University of Free State	2020	South Africa	The low-impact decentralised washing model using different detergents compared to traditional wool washing methods for smallholder farmers without access to sophisticated machinery was comparatively evaluated among three different detergents, discounting traditional South African wool washing methods as an option for washing distributed wool without the use of expensive wool production machinery.	Low impact and low energy use in washing model proposed	Manual method Lot of human work
2	Restructure the national wool supply chain through network collaborations and local training	Gotland Green Center National Authorities	2015	Gotland Sweden	The National Supply Chain Reconstruction Project involves collaborative efforts to repurpose excess wool, fostering a strong domestic market. By establishing local training networks and emphasising the tourism potential of wool production, the project aims to enhance sustainability and engage the community. The studies revealed deficiencies in the national wool value chain, including technological gaps and low demand leading to waste. The project aims to support small textile businesses and promote collaboration among entrepreneurs through skill enhancement. It features large-scale, clean-energy washing facilities, contributing to eco-friendly practices in wool processing.	Local economic growth Sustainability promotion Community engagement	High initial costs Need of strong policy
3	Community cooperative small-scale greasy wool washing plant	University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI) Federal Government of Agriculture	2015	Val Verzasca Switzerland	For wool washing currently, industrial facilities can remove unwanted materials, but the volumes processed far exceed local needs. Consequently, installing large-scale facilities is economically and environmentally impractical. Outsourcing washing, albeit costly, was considered, but already-washed wool from New Zealand proved more economical. To address this challenge, a machine for wool washing at low temperatures and without chemicals was developed. This initiative originated in a craft laboratory provided by the Municipality, offering a blend of tradition and tourism, selling garments and artisanal items.	Innovative approach to wool washing Demonstrated collaboration approach	High initial costs Dependency on technology

Tab. 1 | Comparison of case studies analysed: South Africa, Sweden, Switzerland (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2024).

Decree No. 414 of 7 December 2023 (MASE, 2023), which extends the concept of RECs to the primary substation (up to 1 MW).

The Municipality of Taranta Peligna, with the endorsement of the Maiella Park and the involvement of its community, proposes the establishment of an energy community whose strategic design phases under construction involve: 1) the mapping of final energy consumption, energy sources used, energy intensity of the territory, CO₂ emissions and the level of energy dependence, also identifying the location of the intake and return works, presenting the shape of the current hydroelectric landscape; 2) the artificial hydro system, which generates access points to the landscape, for the recovery of the environmental heritage also from a touristic point of view; 3) the local self-sustainability scenarios. In stretches deemed suitable and consistent with regional regulations, upgrading old facilities (public and private) or creating new catchment points can be envisaged.

After the analysis of the energy resources of the Municipality of Taranta Peligna, the pre-project action for defining strategic constraints and opportunities for creating innovative design scenarios and

concepts was implemented. The identification of the relevance of wool greasy storage and washing centres within the Italian supply chain was achieved through the analysis and listening to nationally recognised wool realities (including private companies regarding breeding, processing and ennobling of the raw material, valorisation and manufacturing) and the mapping of stakeholders and territorial bodies (including the Municipality of Taranta Peligna, the Tarantula Community Cooperative, the Local Action Group Valle Seriana and Laghi Bergamaschi), associations, networks and university research groups.

Strategic opportunities: washing greasy wool (Phase 2 – 2023-2024)

The wool industry supply chain presents itself as a fragmented system with several structural difficulties such as lack of integration, poor collaboration between different actors (breeders, processors, manufacturing, final processing and upgrading companies) that hinder its development and competitiveness. In addition, international competition entails profound economic and social effects on local production systems, such as the downsizing of supply chains, reduced incomes from business and labour, lower demand

for indirect goods and services, lower generation of investment savings, and, not least, increased environmental impact related to energy consumption, chemical residues, waste generated, and transportation of goods (Fig. 8).

In a market context that sees the fineness of the average Italian yarn as uncompetitive with the New Zealand supply, even valuable native wools such as Italian Merinos and Gentile di Puglia are often not adequately valued and sold at lower prices than imported ones. Conversely, unused or waste wool is a significant problem for farmers, with high disposal costs because it is an animal by-product and, therefore, particular waste (The European Parliament and the Council, 2009). By identifying critical supply chain issues, replicable solutions have emerged from best practices (Tab. 1) on the topic that can overcome some structural criticalities by involving local communities and including washing (Allafi et alii, 2022).

In South Africa, one of the largest wool-producing countries in the world, a study (Matlhoko et alii, 2023) was conducted to enhance the value of indigenous wool by analysing the traditional customs of the breeding community to increase animal

welfare and fleece quality. Free State University conducted an educational program targeting small-scale farmers and the community focusing on the entire wool value chain: breeding, wool processing, sale of semi-finished products, and product development.

Farmers were taught traditional processes now automated in wool industries, such as hand combing with hot water and detergent, air drying, and using carding combs to remove grass from combed wool. In addition, the effectiveness of the low-impact decentralised washing model using traditional small-scale grooming methods was evaluated for farmers without access to sophisticated machinery. Using a scanning electron microscope, spectrophotometry techniques and statistical analysis at different washing times, it was shown that using a combination of standard detergent with a washing time of 10-15 minutes produces the best result in terms of fibre properties, wool colour and abrasion product loss, demonstrating the validity of such cleaning processes.

The project demonstrated significant innovation in products as well, providing stakeholders with helpful information on how to optimise human resource management practices, develop analytical skills, and encourage the creation of new project ideas (Parwita et alii, 2021); in addition, the research emphasised shared knowledge mediated by creativity as a mediator of expertise to generate social innovation and innovation (Arsawan et alii, 2022), highlighting the importance of networking and training to increase the growth potential of small-holder farmers.

In the island of Gotland, Sweden, a project of national interest was conducted to rebuild the wool industry supply chain that was considered a waste product by farmers because it was produced more than demand, partly due to lack of technology and industrial capacity to support the production steps (Moberg et alii, 2023). Creating a local training and information network to replace imported wool with domestic wool makes the process sustainable, avoids waste, and significantly strengthens the domestic market of small artisan workshops (Fig. 9).

Local wool production is essential for both sustainability and self-sufficiency; in fact, the island boasts a large-scale clean-energy washing centre whose facility (Ullkonteret) manages to heat the water needed for washing using wind power and wood pellets. The water is reused, and only environmentally friendly detergents without hazardous chemicals are used for washing. The washing line (2 tons per day) consists of five in-line tanks in which the wool, through the use of unravelers and rollers, is washed and wrung out repeatedly on each tank pass; after washing, it is transported to a drying room (Fig. 10) and finally pressed into bales and transported to the wool carding facility in the Småland region (Fig. 11).

The Gotland project received funding to support the development and organisation of a textile expertise and production centre for textile companies to which local entrepreneurs could turn for business collaborations. Courses and training activities to improve skills were an important part of the investment: local communities were actively involved, and much emphasis was placed on the potential of the dark and very soft raw material (Fig. 12). The main target group of the investment was precisely small local textile companies interested in

producing under a common identity. In the Verzasca Valley, in Italian-speaking Switzerland, a small experimental washing plant was developed by a collaborative local network, supported by funding from the Federal Office for Agriculture and coordinated by SUPSI (Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana), with a focus on reconstructing the local supply chain by focusing on process sustainability and community aspect (Mena et alii, 2015). In this context, the process of processing the raw material was traditionally manual and did not allow the elimination of all unwanted material: the resulting wool was of poor quality. The alternative was to carry out this process on behalf of third parties, with high costs, even higher than purchasing the raw material already washed from New Zealand. In open dialogue with the university, work was done on developing low-temperature, chemical-free washing technologies.

Sustainable solutions for the washing plant were

developed in a space provided by the local government and converted into a craft workshop, thanks to networking with the Italian plant in Romagnano Sesia (near the wool district of Biella), where there was a small low-impact wash. Today about 6,000 kg of wool per year are processed using ultrasound to remove grease from the wool, a dryer for drying, three cleaning tanks (Fig. 13) without chemical detergents (which convey the wastewater directly to the common drains and allow the recovery of lanolin – with high value in the cosmetic supply chain), dyeing tanks (Fig. 14, 15), rollers and looms for drying, combing (Fig. 16) and carding (Fig. 17), and a storage warehouse that prevents the generation of odours.

The limitations arising from a discontinuous supply chain were solved by networking and innovation. The territorial spillover brought added value on three levels: technical (developing a new semi-automatic but small-scale washing plant, including

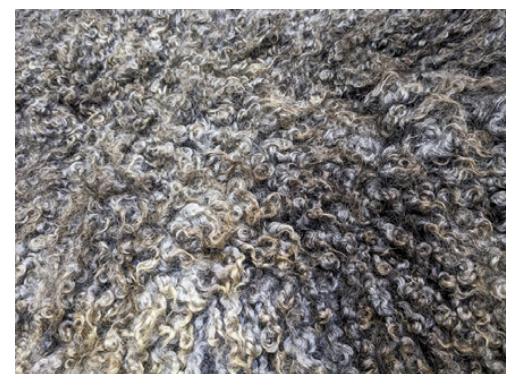


Fig. 9 | First manual sorting in Gotland Island, Sweden (source: woolrebel.com).

Fig. 10 | Greasy wool washing in Gotland Island, Sweden: drying stage (source: woolrebel.com).

Fig. 11 | Gotland wool washing in Småland region, Sweden: carding stage (source: woolrebel.com).

Fig. 12 | Dark wool from Gotland, Sweden (credit: R. Gaddi and L. Mastrodonardo, 2023).

Fig. 13 | Greasy wool washing plant in Verzasca Valley, Switzerland (source: proverzasca.ch).

the expertise of the Biella wool district in the project network); logistical (with optimisation of raw material flows between breeders, washing plant and downstream processing spaces, with minimised transportation costs); and strategic (distributing benefits along the entire supply chain and identifying new markets through governance consistent with local needs). Despite the initial difficulties, it is clear from the analysis that the wool supply chain has ex-



Fig. 14, 15 | Natural wool dyeing in Verzasca Valley, Switzerland (source: proverzasca.ch).

Fig. 16, 17 | Wool combing and wool carding in Verzasca Valley, Switzerland (source: proverzasca.ch).

cellent potential for development when it is possible to innovate the process sustainably and collaboratively, as long as awareness of the value of a widespread supply chain increases, which mainly needs two factors:

- 1) Technological innovation, given the substantial absence of washing facilities (only one remains in Biella, Italy) to reduce transportation costs and establish an experimental mixed (technological/craft) washing chain;
- 2) Establishment of informed and widespread communities, fostering dialogue among all supply chain stakeholders (farmers, processors, small artisans), and creating networks of informed entities and individuals.

Resource networking: system design for local development (Phase 3 – 2025) | Using the area's renewable energies and harnessing cascading hydropower, the application hypothesis concerns a micro-succida wool washing plant for Central-Southern Italy, involving public and private actors including the historical brand Lanificio Merlino in Taranta Peligna, owner of a local hydroelectric power plant with a 12-meter drop and several industrial archaeology buildings with historical machinery that could be renovated by introducing low-impact washing technologies through mixed and community management.

The feasibility of such a washing centre, capable of harnessing hydroelectric power or energy from local renewable sources, will be verified in a forthcoming phase of project development, thanks to the establishment of a National Observatory on the sustainable supply chain of native Italian wools, which will aim to facilitate the exchange of knowledge and good practices among the different supply chain actors, monitor and evaluate the effectiveness of the initiatives that will be undertaken, strengthen the competitiveness of the sector on the global market and promote innovation of processes, products and services. Pilot projects will, therefore, be activated by involving supply chain actors with a qualified and diversified background of skills and knowledge who are already working together in the Central-Southern Italy area, such as the aforementioned Lanificio Merlino (CH), Lanificio Bianco (CH), Lanificio Leo (CZ), the artisans of Pecore Attive (BA), Aquilana (AQ), Wuuls (AQ-PE-TE) and the Pecunia association (AQ).

The project thus proposes an evolved model based on the circular economy and sustainable production of a reconfigured Italian native wool supply chain: conscious and competent, energy neutral and inclusive. The added value of this action is multifaceted, promoting interdependence and cooperation among the various partners and encouraging a holistic and systemic vision of local development through accompaniment and by the observatory that will be the pivot of territorial micro-actions.

Concluding reflections and new perspectives for inland areas | The research highlights the importance of addressing the challenges related to the marginal inland regions of Central and Southern Italy through an integrated and systemic approach, paving the way for a sustainable development perspective in areas where there is a significant presence of renewable resources and at the same time of small traditional manufactures with technical-

professional skills that can guarantee high-quality standards. It is possible to think about revitalising local resources and community micro-economies in these areas, which is essential for an energy-neutral supply chain.

The implementation of pilot network projects tailored to the skills, assets, and resilience capacities of the territories is thus how this approach is to be concretised in a scalable manner, in close collaboration with designers and manufacturing realities for the creation of creative solutions – marked by a contemporary commodity vision that promotes a circular paradigm (Vezzoli, Ceschin and Diehl, 2021) – based on life cycle and symbiotic activation of proximity, enhancing available resources while promoting awareness of local social, cultural and territorial capital.

In this application context, Design's contribution can be identified in facilitating the definition of key roles in an innovative supply chain where relational processes are in close connection with production processes and require an ever-open channel of dialogue between the needs of environmental and business sustainability (economic sustainability) that necessarily rely on skills (social sustainability).

However, the analytical stages of the research confirmed the complexity of a participatory development model, showing its limitations and constraints. A model based on community co-creation for a union of purpose in marginal territories needs to overcome the classical economic approach and individual culture; an example is the Tarantula cooperative, established in 2020 but already closing due to a lack of members. In this sense, it will therefore be crucial to define a national networking of production and research realities marked by the protagonism of individuals, but in a perspective of equal responsibility, to allow the convergence of strategic skills spread in the supply chain, without underestimating the possible productive extensions in other sectors (green building, interior, transport, cosmetics, garden, etc.). The supply chain model, definition of the network and verification of the business model to date are hypotheses based on analytical research and comparison with actors, but they will be defined after the establishment and monitoring of the Observatory (phase 3).

The proposed business model is distributed and collaborative, and by actively involving local communities, designers and producers, it can establish a replicable approach in other areas with scarce industrial resources, where the networking of widespread resources can foster community involvement and empowerment for the creation of a low-impact, energy-neutral wool production chain in line with international efforts toward sustainability and the circular economy.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the Authors. Notwithstanding, the introductory paragraph and the paragraphs ‘Objectives and phases’, ‘Resource Networking: system design for local development (Phase 3 – 2025)’ and ‘Concluding reflections and new perspectives for inland areas’ are attributed to R. Gaddi. The paragraph ‘Context analysis: zero-emission local network (Phase 1 – 2022-2023)’ and ‘Strategic opportunities: washing greasy wool (Phase 2 – 2023-2024)’ are to be attributed to L. Mastrodonardo.

References

- Acemoglu, D. and Robinson, J. A. (2013), *Why Nations Fail – The Origins of Power, Prosperity and Poverty*, Profile Books.
- Allafi, F. A., Hossain, M. S., Shaah, M. and Ahmad, M. I. (2022), “A Review on Characterization of Sheep Wool Impurities and Existing Techniques of Cleaning – Industrial and Environmental Challenges”, in *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, issue 14, pp. 8669-8687. [Online] Available at: doi.org/10.1080/15440478.2021.1966569 [Accessed 22 March 2024].
- Arsawan, I. W. E., Koval, V., Suhartanto, D., Harbar, Z. and Maslennikov, Y. (2022), “Employee-driven innovation capability – The role of knowledge, creativity, and time sufficiency”, in *Intellectual Economics*, vol. 16, issue 2, pp. 138-165. [Online] Available at: ceool.com/search/article-detail?id=1081556 [Accessed 22 March 2024].
- Ayres, R. U. (1994), *Industrial Metabolism – Theory and policy*, in Ayres, R. U. and Simonis, U. E. (eds), *Restructuring for Sustainable Development*, United Nations University Press. [Online] Available at: archive.unu.edu/unupress/unupbooks/80841e/80841E00.htm [Accessed 22 March 2024].
- Barbera, F., Cersosimo, D. and De Rossi, A. (eds) (2022), *Contro i Borghi – Il Belpaese che dimentica i paesi*, Donzelli Editore, Roma.
- Barbero, S. and Ferrulli, E. (2023), “Transizione ecologica e digitale – Il Design Sistemico nei processi di innovazione aperta delle PMI | Ecological and digital transition – Systemic Design in SMEs open innovation processes”, in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 13, pp. 269-280. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/13232023 [Accessed 22 March 2024].
- Basile, G. and Cavallo, A. (2020), “Rural Identity, Authenticity, and Sustainability in Italian Inner Areas”, in *Sustainability*, vol. 12, issue 3, article 1272, pp. 1-22. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su12031272 [Accessed 22 March 2024].
- Becattini, G. (2015), *La coscienza dei luoghi – Il territorio come soggetto corale*, Donzelli Editore, Roma.
- Bisson, M., Palmieri, S., Ianniello, A. and Botta, L. (2022), “Transition product design – Una proposta di framework per un approccio olistico alla progettazione sistemica | Transition product design – A framework proposal for a holistic approach to systemic design”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 12, pp. 202-211. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/12182022 [Accessed 22 March 2024].
- Bistagnino, L. (2009), *Systemic Design – Designing the productive and environmental sustainability*, Slow Food Editore, Bra.
- Bolognesi, M. and Magnaghi, A. (2020), “Verso le comunità energetiche”, in *Scienze del Territorio*, special issue 2020, pp. 142-150. [Online] Available at: doi.org/10.13128/sdt-12330 [Accessed 22 March 2024].
- Butera, F. M. (2021), *Affrontare la Complessità – Per governare la transizione ecologica*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Carrosio, G. (2019), *I margini al centro – L’Italia delle aree interne tra fragilità e innovazione*, Donzelli Editore, Roma.
- Comune di Taranta Peligna (2015), *Piano di Azione per l’Energia Sostenibile*. [Online] Available at: mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/1205_1349432756.pdf [Accessed 22 March 2024].
- De Rossi, A. (ed.) (2018), *Riabitare l’Italia – Le aree interne tra abbandoni e riconquiste*, Donzelli Editore, Roma.
- Di Dio, S., Inzerillo, B., Monterosso, F. and Russo, D. (2022), “Design e transizione digitale – Nuove sfide design-driven per l’innovazione tecnico-sociale | Design and digital transition – New design-driven challenges for techno-social innovation”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 12, pp. 212-225. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/12192022 [Accessed 22 March 2024].
- Duong, L. N. K., Wang, M. and Radics, R. I. (2021), “Understanding Rural Supply Chain Resilience – A Synthesis from the Literature”, in *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development*, vol. 13, issue 1, pp. 8-21. [Online] Available at: doi.org/10.4018/IJSKD.2021010102 [Accessed 22 March 2024].
- Ellen MacArthur Foundation (2015), *Growth within – A circular economy vision for a competitive Europe*. [Online] Available at: unfccc.int/sites/default/files/resource/Circular%20economy%203.pdf [Accessed 22 March 2024].
- European Commission (2020), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe*, document 52020DC0098, 98 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN [Accessed 22 March 2024].
- European Commission (2019), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal*, document 52019DC0640, 640 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN [Accessed 22 March 2024].
- Ferrara, M. and Squatrito, A. (2022), “L’innovazione design-driven dei materiali circolari a base biologica – Strategie e competenze per la progettazione | Design-driven innovation of bio-based circular materials – Design strategies and skills”, in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 11, pp. 288-299. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/11262022 [Accessed 22 March 2024].
- Frosch, R. A. (1992), “Industrial Ecology – A Philosophical Introduction”, in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 89, issue 3, pp. 800-803. [Online] Available at: jstor.org/stable/2358382 [Accessed 22 March 2024].
- Gaddi, R. and Mastrodonardo, L. (2023), “L’energia delle aree interne – Un approccio sistemico a Taranta Peligna | The energy of internal areas – A systemic approach in Taranta Peligna”, in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 26, pp. 142-150. [Online] Available at: doi.org/10.36253/techné-14474 [Accessed 22 March 2024].
- Irwin, T. (2019), “The emerging transition design approach”, in *Cuaderno | Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (Ensayos)*, vol. 73, pp. 149-181. [Online] Available at: doi.org/10.18682/cdc.vi73.1043 [Accessed 22 March 2024].
- Klepp, I. G. and Tobiasson, T. S. (eds) (2022), *Local, Slow and Sustainable Fashion – Wool as a Fabric for Change*, Springer International Publishing. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-88300-3 [Accessed 22 March 2024].
- Magnaghi, A. (2020), *Il principio territoriale*, Bollati Boringhieri, Torino.
- MASE – Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023), “Decreto n. 414 del 7 dicembre 2023 – Individuazione di una tariffa incentivante per impianti a fonti rinnovabili inseriti in comunità energetiche rinnovabili e nelle configurazioni di autoconsumo singolo a distanza e collettivo, in attuazione del decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199 e in attuazione della misura appartenente alla Missione 2, Componente del 2, Investimento 1.2 del PNRR (24A00671)”, in *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 31 del 07/02/2024. [Online] Available at: gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/02/07/24A00671/sg#:~:text=414%20del%207%20dicembre%202023,legislativo%208%20novembre%202021%2C%20 [Accessed 18 March 2024].
- Matlhoko, K. S., Vermaas, J. F., Cronjé, N. and van der Merwe, S. (2023), “Assessing the effectiveness of traditional wool scouring for small-scale farmers in South Africa – A study on detergents and scouring time”, in *Research Journal of Textile and Apparel*, vol. Ahead-of-print, No. Ahead-of-print, pp. 1-21. [Online] Available at: doi.org/10.1108/RJTA-02-2023-0017 [Accessed 22 March 2024].
- Menato, S., Innocenti, P., Fontana, A., Longhi, R., Canetta, L. and Sorlini, M. (2015), “An integrative approach improves sustainability impacts of innovation – An empirical study”, in *2015 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation | International Technology Management Conference (ICE/ITMC)*, pp. 1-9. [Online] Available at: doi.org/10.1109/ICE.2015.7438678 [Accessed 22 March 2024].
- Moberg, E., Molin, E., Källmark, L. and Martin, M. (2023), *Sustainability Assessment of Swedish Wool*, Report E0052, IVL Swedish Environmental Research Institute. [Online] Available at: doi.org/10.13140/RG.2.2.16465.30560 [Accessed 22 April 2024].
- Parwita, G. B. S., Arsawan, I. W. E., Koval, V., Hrinchenko, R., Bogdanova, N. and Tamošiūnienė, R. (2021), “Organizational innovation capability – Integrating human resource management practice, knowledge management and individual creativity”, in *Intellectual Economics*, vol. 15, issue 2, pp. 22-45. [Online] Available at: vb.vgtu.lt/object/elaba:117139129/ [Accessed 22 March 2024].
- Porter, M. E. (1998), “Clusters and the New Economics of Competition”, in *Harvard Business Review*, vol. 76, issue 6, pp. 77-90.
- Sanua, M., Simboli, A. and Taddeo, R. (2020), “Rilocalizzazione di attività produttive su un territorio – Analisi preliminare di sostenibilità di una filiera lana-carne ovina”, in Esposito, B., Malandrino, O., Sessa, M. R. and Sica, D. (eds), *Atti del XXIX Congresso nazionale di Scienze Merceologiche | Le scienze merceologiche nell’era 4.0, Salerno, 13-14 Febbraio 2020*, FrancoAngeli, Milano, pp. 647-655. [Online] Available at: series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/book/554 [Accessed 22 March 2024].
- Teti, V. (2022), *Il senso dei luoghi – Memoria e storia dei paesi abbandonati*, Donzelli Editore, Roma.
- The European Parliament and the Council (2009), *Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Animal by-products Regulation)*, document 32009R1069. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj/eng [Accessed 22 March 2024].
- Vezzoli, C., Ceschin, F. and Diehl, J. C. (2021), “Product-Service Systems Development for Sustainability – A New Understanding”, in Vezzoli, C., Garcia Parra, B. and Kohtala, C. (eds), *Designing Sustainability for All – The Design of Sustainable Product-Service Systems Applied to Distributed Economies*, Springer, Cham, pp. 1-21. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-66300-1 [Accessed 22 March 2024].
- Wenger, E. (1998), *Communities of Practice – Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press.
- Wiedemann, S., Biggs, L., Nebel, B., Bauch, K., Laitala, K., Klepp, I. G., Swan, P. G. and Watson, K. (2020), “Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woollen garment”, in *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 25, pp. 1486-1499. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11367-020-01766-0 [Accessed 22 March 2024].

