



MD Journal
[Dossier]

DESIGN E FIBRE NATURALI

Atti del convegno scientifico internazionale

MEDIA MD

MD Journal
[Dossier]

DESIGN E FIBRE NATURALI

Atti del convegno scientifico internazionale

A cura di

Dario Scodeller
Marco Mancini

Editors

Essays

Massimo Brignoni, Rossana Carullo,
Niccolò Colafemmina, Marco Fioravanti,
Marco Mancini, Marco Manfra,
Valentina Mazzanti, Francesco Mollica,
Eugenia Morpurgo, Lucia Pietroni,
Dario Scodeller, Michela Toni,
Eleonora Trivellin

MD Journal [Dossier]

Allegato della rivista scientifica *MD Journal*
fondata nel 2016



Le immagini utilizzate nella rivista rispondono alla pratica del fair use (Copyright Act 17 U.S.C. 107) recepita per l'Italia dall'articolo 70 della Legge sul Diritto d'autore che ne consente l'uso a fini di critica, insegnamento e ricerca scientifica a scopi non commerciali.

Direzione scientifica
Alfonso Acocella, Veronica Dal Buono, Dario Scodeller

Redazione
Annalisa Di Roma, Graziana Florio, Eleonora Trivellin

Art direction
Giulia Pellegrini

Promotore
Laboratorio Material Design
Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara
Via della Ghiara 36, 44121 Ferrara
www.materialdesign.it

Edizioni Media MD, Ferrara, 2023
ISBN 9788885885219

DESIGN E FIBRE NATURALI

TERRITORI, MATERIALI, TECNOLOGIE

DESIGN AND NATURAL FIBRES

TERRITORIES, MATERIALS, TECHNOLOGIES

Convegno scientifico internazionale / Ferrara, 20-21 ottobre 2022
International Symposium / Ferrara, October 20-21, 2022

Responsabili scientifici / Scientific supervisors

Francesco Mollica
Dario Scodeller
Eleonora Trivellin
Davide Turrini
Università degli Studi di Ferrara

Comitato scientifico / Scientific Advisory Board

Filipe Alarcão *Politécnico de Leiria*
Rossana Carullo *Politecnico di Bari*
Marco Fioravanti *Università degli Studi di Firenze*
Gianni Montagna *Universidade de Lisboa*
Massimiliano Mazzanti *Università degli Studi di Ferrara*
Valentina Mazzanti *Università degli Studi di Ferrara*
Francesco Mollica *Università degli Studi di Ferrara*
Lucia Pietroni *Università degli Studi di Camerino*
Dario Scodeller *Università degli Studi di Ferrara*
Eleonora Trivellin *Università degli Studi di Ferrara*
Davide Turrini *Università degli Studi di Ferrara*
Riccardo Varini *Università degli Studi della Repubblica di San Marino*

Interventi di / Speeches by

Filipe Alarcão, Massimo Brignoni, Marco Capellini,
Rossana Carullo, Cristina Carvalho, Vincenzo Castorani,
Niccolò Colafemmina, Raffaella Fagnoni,
Marco Fioravanti, Giuseppe Grevi, Marco Mancini,
Marco Manfra, Massimiliano Mazzanti,
Valentina Mazzanti, Francesco Mollica, Gianni Montagna,
Eugenia Morpurgo, Lucia Pietroni, Pietro Russo,
Maria Antonietta Sbordone, Dario Scodeller,
Sergio Sfarra, Michela Toni, Eleonora Trivellin,
Mattia Trovato, Davide Turrini, Riccardo Varini

Segreteria scientifica / Scientific secretariat

Marco Mancini
Università degli Studi di Ferrara

Promotori



Università
degli Studi
di Ferrara



Dipartimento
Architettura
Ferrara



Department of
Engineering
Ferrara



Con il patrocinio di



CONFINDUSTRIA EMILIA
AREA CENTRO
Le imprese di Bologna,
Ferrara e Modena



REGIONE
EMILIA-ROMAGNA
#Plastic-freeER
Iniziativa "Plastic-freeER"
2020

In collaborazione con



Con il sostegno di



MD Journal [Dossier]

Indice

- 6 **Design e fibre naturali: materia, ricerca e progetto**
Dario Scodeller, Marco Mancini

Essays

- 14 **Le fibre vegetali: un'opportunità per il design sostenibile**
Marco Fioravanti
- 24 **Design tra agricoltura e industria**
Dario Scodeller
- 42 **Autarchie contemporanee e modelli di sviluppo meridiano**
Rossana Carullo
- 56 **AtelieRwanda, design e fibre vegetali**
Massimo Brignoni
- 70 **Dalla filiera alimentare al textile design**
Eleonora Trivellin
- 86 **Materiali sintropici**
Eugenia Morpurgo
- 96 **Scalarità della qualità nell'uso di materiali naturali**
Michela Toni
- 110 **Materiali compositi rinforzati con fibre naturali**
Valentina Mazzanti, Francesco Mollica
- 120 **I materiali biocompositi nell'economia circolare**
Niccolò Colafemmina, Marco Manfra, Lucia Pietroni
- 138 **La fibra di basalto: ricerche materiche applicate al design**
Marco Mancini

DESIGN E FIBRE NATURALI. MATERIE, RICERCA E PROGETTO

Dario Scodeller *dario.scodeller@unife.it*

Marco Mancini *marco.mancini@unife.it*

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura

Il convegno di studi *Design e fibre naturali* nasce dalla volontà di esplorare le potenzialità della disciplina del design nell'indagare le relazioni fra territori, materiali e tecnologie, coinvolgendo studiosi, designer e rappresentanti della cultura d'impresa in proposte progettuali e ipotesi di ricerca.

Nelle riunioni del comitato scientifico, preliminari alla stesura del programma e alla selezione dei contributi, è emerso come le motivazioni alla base dell'iniziativa convergessero su due questioni: una di natura scientifica, l'altra contingente. Fatta salva, infatti, la necessità di impostare su basi analitiche e sperimentali, oltre che culturali, le riflessioni sul rapporto tra utilizzo dei materiali e sostenibilità ambientale e sociale, appare chiaro come le fibre naturali rappresentino, in quanto risorse rigenerabili, un'alternativa che permetterà di far fronte alle progressive difficoltà di reperimento e all'aumento dei costi di materie prime "tradizionali".

Nei prossimi decenni, inoltre, aziende e progettisti si troveranno a confrontarsi da un lato con le politiche UE che spingono verso la circolarità del *cradle to cradle*, dall'altro con consumatori sempre più consapevoli che anche la produzione di combustibili e materie prime bio-derivate, come già quella di materie prime di origine vegetale

e animale per il settore dell'abbigliamento, utilizza modelli di coltivazione tutt'altro che sostenibile – quelli che Alberto Magnaghi ha chiamato "fabbriche di produzione agricola intensiva" – che generano impoverimento dei territori e sfruttamento dei territori.

In questa prospettiva, indagare le potenzialità delle discipline del progetto nell'impiego delle fibre naturali significa anche cercare strade alternative finalizzate alla proposta di nuovi modelli di produzione, distribuzione e consumo, in altri termini, di nuovi modelli di sviluppo.

Il rapporto progetto-materiali-tecnologie, tuttavia, non ci sembrava potesse esaurire la complessità del tema. Poiché le fibre naturali di origine vegetale o animale e, come vedremo, anche minerale, stabiliscono delle relazioni con gli ambienti naturali di produzione, indagare il loro rapporto con il design significa studiare la vocazione e la storia dei territori e la specificità delle aree geografiche destinate all'allevamento e alla coltivazione di particolari specie.

Contemporaneamente, significa anche porsi l'obiettivo di salvaguardare o riattivare tradizioni produttive, perché nei territori, consolidate o perdute che siano nella memoria collettiva, si sedimentano culture materiali. In questo senso, la riattivazione di comunità locali in territori cosiddetti "marginali" è finalizzata non solo a garantire la sopravvivenza di popolazioni, ma anche a promuovere la "manutenzione" e conservazione di aree naturali all'interno di aree agricole.

Il convegno ha avuto perciò come obiettivo la verifica delle potenzialità del design, nelle sue varie declinazioni, nell'accompagnare processi innovativi in questo ampio contesto produttivo, tramite lo studio di processi, materiali e prodotti finiti, l'applicazione di nuove tecnologie o il recupero di procedimenti da tempo radicati nella tradizione dei territori di origine.

Definizione del campo di indagine

Sul piano scientifico, di fronte a un tema così complesso, la forma che è sembrata più consona è stata quella di un confronto interdisciplinare – tra design, tecnologia e ingegneria dei materiali in particolare – in cui l'Università potesse favorire occasioni di scambio, facendo convergere nel confronto del convegno alcune linee di ricerca sviluppate in diverse università italiane ed europee.

Uno degli spunti per il convegno nasce da una collaborazione pluriennale tra i Laboratori di laurea triennale in Design e i colleghi del Dipartimento di Ingegneria Unife, i quali hanno messo a disposizione degli studenti di design i loro laboratori per sperimentazioni e verifiche su nuovi materiali fibrosi. Su questo nucleo si sono aggrega-

te esperienze e ricerche analoghe sviluppate presso l'Universidade de Lisboa, il Politécnico de Leiria, l'Università della Repubblica di San Marino, il Politecnico di Bari, l'Università degli Studi di Firenze, l'Università degli Studi di Camerino, l'Università IUAV di Venezia, l'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli e l'Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali del CNR.

Se le collaborazioni interdisciplinari hanno dimostrato la fondamentale importanza della progettazione e riprogettazione dei processi – l'inscindibile unitarietà metodologica tra design di prodotto e di processo – e la necessità di un atteggiamento sperimentale, inteso come verifica su basi tecnico-scientifiche delle reali caratteristiche e prestazioni di nuovi materiali fibrosi, l'apertura multidisciplinare ha permesso di verificare le relazioni che il design può stabilire in questo settore con aree di ricerca nell'ambito della biologia, delle scienze agrarie e della terra o delle discipline demo-etno-antropologiche. Il Comitato scientifico si è inoltre posto alcuni problemi di definizione del campo d'indagine: il primo riguarda la domanda se le pratiche rigenerative delle fibre naturali, ovvero l'aspetto sostenibile relativo alla rinnovabilità della materia prima, dovesse determinare uno spartiacque concettuale e culturale: ovvero escludere le fibre di origine minerale; il secondo riguarda i materiali compositi; il terzo è relativo alla distinzione tra materiali di natura fibrosa e materiali a struttura macrocellulare, ovvero la possibilità di includere, ad esempio, nel novero delle fibre naturali, materie come il sughero.

La consapevolezza che esistono fibre minerali che rappresentano delle alternative ai materiali di sintesi ha portato il Comitato scientifico a includere l'esplorazione di questo campo, come è risultata del resto chiara la necessità di indagare il campo dei materiali compositi e della loro rigenerazione, perché l'impiego delle fibre naturali in settori che non siano quello tessile, implica il loro rinforzo con resine biocompatibili.

L'interesse suscitato da materiali come il sughero è invece legato sia alle caratteristiche di rigenerazione di un materiale che non compromette la vita della pianta, sia nel carattere di sostenibilità intesa come giustizia intergenerazionale che queste materie vegetali evocano: come per altre specie vegetali, chi pianta oggi un albero di sughero lo fa non per la prossima generazione (i figli), ma per quella successiva ancora dei nipoti.

Progettare con le fibre naturali comporta, in definitiva, una diversa consapevolezza e una nuova sensibilità rispetto all'ambiente in cui queste materie prime vengono generate e trasformate e quindi una responsabilità a tutto

tondo del design; e richiede soprattutto, come ha chiarito nel convegno l'intervento di Filipe Alarcão e come illustra il saggio di Eugenia Morpurgo qui pubblicato, un pensiero progettuale capace di articolarsi nei tempi lunghi, che permetta di programmare oggi le risorse che utilizzeremo nei decenni o secoli a venire.

Design, fibre naturali, paesaggi ed ecosistemi biologici

La produzione e la lavorazione dei materiali naturali di natura fibrosa hanno plasmato da sempre il paesaggio e arricchito le culture materiali dei territori in tutto il mondo con positive ricadute economiche e sociali.

Una caratteristica comune ai materiali fibrosi di origine naturale è di non provenire dal sottosuolo, come avviene invece per le risorse estrattive. Senza ignorare l'importanza nello sviluppo tecnico della civiltà (Età del bronzo, Età del ferro) dei materiali provenienti dai giacimenti minerari, risulta evidente come il vantaggio dei materiali di natura biologica rispetto a quelli di origine geologica (eruttiva, orogenetica o sedimentaria), sia nel provenire da organismi viventi in grado di riprodursi rigenerando continuamente le risorse.

L'utilizzo della litosfera per colture e piantagioni e la popolazione con l'allevamento, ha richiesto oltre a una progressiva necessità di spazio, la modifica dell'idrosfera per impianti irrigui, il controllo del deflusso delle acque meteoriche, l'adattamento ai cicli stagionali e ai mutamenti secolari del clima. Le varie forme di impiego e gestione dello spazio e dei territori, i cambiamenti delle coltivazioni e l'evoluzione delle tecniche agricole hanno dato forma al paesaggio antropizzato contemporaneo.

Il termine campagna non è però necessariamente sinonimo di sostenibilità. Come sostiene Marco Fioravanti nel suo intervento in apertura agli atti, l'agricoltura non è mai intrinsecamente sostenibile, perché basata sul regolare sfruttamento del terreno da parte dell'uomo per poter mantenere costanti le potenzialità produttive. Dove viene meno la presenza dell'uomo – ricordava Mario Rigoni Stern ne *Le vite dell'altipiano* – “tornano i caprioli a maggio”, cioè altre specie animali si espandono e si riappropriano delle terre abbandonate.

Anche nel caso delle fibre naturali i territori deputati alla coltivazione e all'allevamento sono stati sottoposti negli ultimi secoli a pratiche sempre meno sostenibili, sia da un punto di vista ambientale che sociale: basti ricordare che la schiavitù in Età moderna nasce contestualmente allo sfruttamento estensivo delle grandi piantagioni di cotone per la sua introduzione a basso costo nei mer-

cati mondiali. All'inquinamento dei terreni e delle falde acquifere generato dall'impiego della chimica di sintesi nell'agricoltura intensiva fanno da contraltare, sul piano sociale, condizioni economicamente e umanamente precarie della manodopera impiegata in questi contesti, con rivendicazioni, non da oggi, di un lavoro dignitoso con un giusto compenso.

Parlare di impiego di fibre naturali nel campo del design di prodotti sostenibili significa perciò – al di là delle consuete operazioni di *storytelling* o di *greenwashing* – affrontare pragmaticamente i problemi di una sostenibilità che possa essere conveniente e vantaggiosa sia per l'uomo che per l'equilibrio degli ecosistemi biologici. Infatti, molto più che nel caso di altri materiali, comprendere, gestire e progettare con le fibre naturali significa abbandonare strategie di sfruttamento “lineare” dei materiali provenienti dal sottosuolo in favore di una transizione verso sistemi socioeconomici di tipo circolare.

Il progetto con le fibre naturali non può dunque prescindere dal considerare la dimensione sistemica (di filiera) di agricoltura e allevamento e le ricadute che queste pratiche hanno nella trasformazione del paesaggio antropizzato e negli squilibri della biosfera. È una prospettiva d'innovazione che – come ha ricordato in apertura al convegno Massimiliano Mazzanti – mette in relazione economia circolare, bioeconomia, politiche, mercati e impatti socioeconomici.

Il tema della circolarità si confronta così con altri, altrettanto complessi, che riguardano il bilanciamento di interessi tra filiera e territorio, costi e benefici, tempo di crescita e tempo di raccolta, cicli stagionali consolidati ed eventi meteorologici estremi e improvvisi. Il tema delle filiere tessili è stato proposto nei loro interventi da Gianni Montagna, Antonietta Sbordone ed Eleonora Trivellin, quest'ultimo qui pubblicato.

Come illustrano i saggi di Rossana Carullo e Massimo Brignoni, le fibre naturali svolgono, anche figurativamente, sia una funzione di “mediazione culturale” sia di resistenza verso tendenze di acritica “modernizzazione”, grazie a sapienti intrecci e interconnessioni di territori, spazi, uomini, materiali e saperi. La rivalutazione di saperi locali nei nuovi scenari globali o la sperimentazione di inediti paradigmi progettuali e produttivi – come ha spiegato al convegno Riccardo Varini – permette di ripensare alle fibre naturali come a essenze materiche che si offrono alla contemporaneità in molteplici campi applicativi e in nuove ecologie valoriali.

Questo approccio, che coniuga lo studio delle caratteristiche fisico meccaniche dei materiali con la ricerca

su nuovi caratteri espressivi e sensoriali tra architettura, interior-design, design di prodotto e textile-design, mostra l'importanza della creazione di prototipi per nuovi modelli di sviluppo in cui le comunità locali riacquistano centralità come attori dei processi produttivi.

Design, fibre naturali e sperimentazioni tecnologiche

L'altro tema che era nelle premesse ed è emerso con chiarezza nel convegno, di cui si dà testimonianza negli atti, è il ruolo della ricerca tecnologica nell'ambito dell'ingegneria e della tecnologia dei materiali e in quello del design di prodotto e sistemico.

Uno dei temi d'indagine approfonditi è infatti il ruolo delle fibre naturali nell'evoluzione di questi campi di ricerca. I saggi di Valentina Mazzanti e Francesco Mollica, che propongono le ricerche condotte presso il dipartimento di ingegneria di Unife, quelle dei dottorandi dell'Università di Camerino Nicolò Colafemmina e Marco Manfra, guidati da Lucia Pietroni, sul rapporto tra biocompositi ed economia circolare e le ricerche sulla fibra di Basalto di Marco Mancini, illustrano come le odierne conoscenze e verifiche sperimentali consentano l'impiego delle fibre naturali (vegetali e minerali) come struttura di “rinforzo” per la realizzazione di compositi con performance molto vicine a quelle di fibre di altra natura, raggiungendo livelli molto alti nei parametri di controllo e consentendo di caratterizzare in maniera precisa anche materiali naturali, come richiesto nel caso dei Criteri Ambientali Minimi (CAM); argomento trattato da Michela Toni nel suo contributo.

Il tema dei compositi, settore in cui le fibre sono da sempre protagoniste, va collocato anche nella prospettiva delle nuove normative europee in corso di approvazione, che richiedono il rispetto di una serie di parametri per poter validare il Passaporto Digitale di Prodotto (DPP), così come previsto dalla *Ecodesign for Sustainable Products Regulation ESPR* (European Commission, 2022). Tra i parametri da considerare in fase progettuale vi sono infatti: la durata del prodotto, la possibilità di riutilizzo riparazione e aggiornamento, l'assenza di sostanze che inibiscono la circolarità del processo di produzione e recupero, l'efficienza energetica e delle risorse impiegate per la produzione, il contenuto di materiali riciclati impiegati, la possibilità di *remanufacturing and recycling*, il *carbon and environmental footprint*.

Su questi temi di ricerca, come ha illustrato al convegno Pietro Russo col suo intervento *Natural/mineral fiber reinforced laminate composite structures*, anche il CNR

è da molti anni attivo con il suo Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali.

Un'ultima riflessione, non sviluppata nel convegno, ma che meriterebbe un futuro approfondimento, è il modo in cui il tema delle fibre vegetali si relaziona con quello della rivoluzione digitale e dei sistemi produttivi basati sulla stampa a sintesi additiva o sottrattiva.

L'invasione di manufatti stampati in 3d a partire da filamenti sui quali è lecito nutrire ampi margini di dubbio sulla loro reale sostenibilità, porta a riflettere sul fatto che anche in natura esistono esempi eccellenti di *additive manufacturing* – dagli alveari costruiti dalle api, ai nidi dei calabroni, ai bozzoli di seta secreta dai bachi – che potrebbero indicare come la tanto celebrata biomimesi non dovrebbe limitarsi alla sola imitazione delle forme della natura, ma anche a quella dei processi materiali, biologici, con cui queste forme vengono generate.

Se non è semplice delineare gli scenari futuri di un tema così complesso e articolato, l'intento del convegno *Design e Fibre naturali. Territori, materiali, tecnologie* è stato quello di riportarlo nell'ambito di una lettura contemporanea, attraverso il contributo di attori coinvolti nei vari processi di ricerca, produttivi, progettuali.



[01]

[fig. 01]
Werner Aisslinger,
Monobloc chair
in fibre naturali



Economie Rustique. Vase a Soye

Parceval, Paris

Le fibre vegetali

Un'opportunità per il design sostenibile

Marco Fioravanti

Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali
mario.fioravanti@unifi.it

In questo contributo [1] sono richiamate le elevate potenzialità tecnologiche delle fibre vegetali, la loro predisposizione a formare compositi con polimeri plastici e biopolimeri, la sostenibilità ambientale e socioculturale delle filiere produttive, il ruolo che possono svolgere nella sostituzione dei materiali non sostenibili e non rinnovabili, nel contenimento dei cambiamenti climatici e nel raggiungimento di percorsi virtuosi di circolarità.

Fibre vegetali
 Sostenibilità
 Economia circolare

This contribution recalled the high technological potential of plant fibres, their predisposition to form composites with plastic polymers and biopolymers, the environmental and socio-cultural sustainability of production chains, the role they can play in replacing non-sustainable and non-renewable materials, in containing climate change and in achieving virtuous circularity paths.

*Plant fibres
 Sustainability
 Circular economy*

Le peculiarità tecnologiche

Le fibre vegetali sono una delle risorse più abbondanti in natura grazie all'attività di innumerevoli specie aventi portamento erbaceo, arbustivo ed arboreo. Tale ricchezza di specie si riflette in una forte variabilità nelle caratteristiche tecnologiche, un aspetto questo che le differenzia sia da altre fibre naturali sia da quelle di sintesi. All'interno di questa ampia variabilità specifica un elemento unificante è rappresentato dalla struttura della parete cellulare. Questa, con piccole differenze, presenta tratti comuni alla maggior parte delle specie vegetali, a partire dai polimeri costitutivi che sono in larga parte rappresentati da cellulosa emicellulose e lignina. L'arrangiamento di questi polimeri nella composizione ultrastrutturale della parete è il risultato di un lungo percorso evolutivo nel corso del quale la natura ha saputo mettere a punto i modelli strutturali più adeguati allo svolgimento di funzionalità biologiche quali la conduzione idraulica e il sostenimento meccanico. La struttura della parete cellulare si compone di fibrille di cellulosa organizzate in elementi di natura semi cristallina ed aventi dimensioni di pochi nm (Salmen, Burgert, 2009), che si trovano dispersi in una matrice etero polimerica costituita da emicellulose e lignina. Le fibrille di cellulosa presentano un comportamento fortemente anisotropo, con differenze spiccate fra la direzione longitudinale e quelle trasversali, e sono disposte secondo un certo angolo di inclinazione rispetto all'asse cellulare (angolo di inclinazione microfibrillare MFA). Tale angolo determina il comportamento fisico-meccanico della parete cellulare e la sua disposizione è utilizzata dalle piante per dare luogo a risposte strutturali adattative in funzioni dell'età (come nel caso del legno giovanile nelle piante superiori), della posizione nel fusto o degli stimoli esterni a cui la pianta può essere sottoposta al momento della formazione della parete (strutture di reazione). Questa capacità di adattamento strutturale alle sollecitazioni esterne costituisce un ulteriore importante fonte di variabilità nelle proprietà fisico meccaniche delle fibre vegetali, la cui importanza non è meno rilevante rispetto a quella dovuta alla diversità di specie.

Nei culmi o nei fusti le sollecitazioni meccaniche a cui le cellule sono sottoposte sono prevalentemente di natura assiale, parallele cioè all'asse cellulare. Per questa ragione la natura ha scelto soluzioni strutturali che massimizassero la resistenza delle fibre in direzione assiale, conferendo loro un'efficienza statica (rapporto fra resistenza e densità) che le pongono ai valori più alti in una ipotetica scala di resistenza comparativa sia con altre fibre naturali sia con materiali di sintesi.

Un'altra caratteristica fisica peculiare delle fibre vegetali è rappresentata dall'igroscopicità – che si esprime nella ricerca continua di un equilibrio termo-igrometrico con l'ambiente. La ragione di questo comportamento risiede nella presenza nella frazione delle emicellulose di numerosi gruppi ossidrilici che rimangono liberi da legami strutturali (inter e intra catena). La presenza di questi gruppi, caratterizzati da forte reattività e forte affinità con sostanze polari, fa sì che la struttura della parete cellulare possa scambiare continuamente acqua con l'ambiente circostante attraverso fenomeni di adsorbimento e desorbimento. Al di sotto del punto di saturazione la variazione del contenuto di umidità provoca anche delle variazioni dimensionali (ritiri e rigonfiamenti) che si manifestano secondo le caratteristiche di anisotropia richiamate in precedenza (variazioni quasi nulle in direzione longitudinale e molto pronunciate in quelle trasversali).

Per ridurre o eliminare l'igroscopicità le fibre possono essere sottoposte a processi di modificazione che consistono in trattamenti sia chimici che fisici, e che contemplano la eliminazione (termo-trattamenti) o l'impegno permanente dei gruppi ossidrilici delle emicellulose.

Il comportamento igroscopico delle fibre vegetali, e le conseguenze che questo può avere sulle caratteristiche di comportamento fisico meccanico, possono infatti rappresentare una limitazione all'impiego di questa risorsa, in particolare quando queste devono combinarsi per costituire strutture con polimeri plastici quali polietilene o altre plastiche derivate dal petrolio.

Alle fibre di origine vegetale è riconosciuto infatti un elevato potenziale di sostituzione di fibre sintetiche all'interno di compositi a varia matrice. In particolare, la combinazione con termo plastiche quali polipropilene (PP) o polietilene (PE, HDPE) consente la formazione di compositi che si prestano ad essere lavorati per iniezione, stampaggio ed estrusione. Questo unitamente alla grande disponibilità di questi polimeri, al loro carattere termoplastico che li rende idonei ad essere riciclati più volte (in particolare PE e HDPE), conferisce ai composti ottenibili un grande interesse anche in termini di circolarità delle risorse. Alcune problematiche specifiche ne hanno però limitato gli impieghi: in primo luogo la variabilità nelle caratteristiche fisico meccaniche delle fibre, a seconda della loro origine, del metodo di stoccaggio e della natura (Asiraf et al. 2022, Frey et al. 2019), e la scarsa adesione fibra-matrice. Questa è dovuta alla già ricordata presenza nelle fibre naturali di emicellulosa, pectina e lignina, componenti che presentano una spiccata idrofilia, mentre la matrice è solitamente idrofoba, il che riduce

l'adesione all'interfaccia fra fibra e polimero plastico e rende i compositi facilmente alterabili nelle loro applicazioni in ambienti esterni o umidi. La mancanza di legame nell'interfaccia fra matrice e fibre e l'assorbimento di umidità da parte di quest'ultime fanno sì che i compositi con i polimeri termoplastici, verso i quali si era riposta una grande aspettativa, risultino ancora poco efficienti nel trasferimento delle sollecitazioni e abbiano una bassa durabilità.

L'esigenza di poter disporre di materiali *bio-based* rinnovabili e sostenibili che possano sostituire i composti sintetici è certamente una priorità verso la quale la ricerca sui materiali ed il design sono chiamati ad operare, per mettere a disposizione soluzioni caratterizzate da leggerezza, sostenibilità e riciclabilità (Frey 2021). In aggiunta alla ricerca su nuove tipologie di matrice, quali ad esempio biocompositi, negli ultimi anni attenzione è stata posta anche alla possibilità di intervenire modificando il comportamento della superficie delle fibre (per esempio con trattamenti di delignificazione) al fine di aumentare la forza di legame tra le fibre e riducendo in certi casi anche la necessità di ricorrere a matrici aggiuntive sfruttando, come nel caso del legno, la struttura nativa del materiale e la sua sofisticata struttura gerarchica (Frey 2021). La struttura della parete cellulare, con la sua organizzazione in strati successivi, è stata anche oggetto di numerose sperimentazioni di design biomimetico (Stanzl-Tschegg 2011). Queste esperienze stanno anche beneficiando dei vantaggi forniti dalle nuove tecnologie additive le quali, unitamente alle ricerche sui bio-polimeri, possono mettere a disposizione del designer soluzioni di grande efficacia strutturale (si veda in questo senso i numerosi esempi legati alla replica della struttura del Bambù) (Bonamici et al., 2020).

Le filiere di produzione

Esistono quindi fondati motivi tecnologici a favore dell'impiego delle fibre di origine vegetale per la realizzazione di prodotti e compositi fortemente innovativi e sostenibili. Tuttavia, in un'ottica di approccio di design sistemico, il progetto deve considerare anche gli aspetti legati alle filiere di produzione, ed eventualmente sviluppare soluzioni che sappiano farsi carico delle loro criticità. Considerando abbastanza marginale il contributo che può venire dalla raccolta di materiale proveniente da piante a crescita spontanea, si deve fare riferimento agli approvvigionamenti che possono venire dallo sfruttamento di risorse che si originano da filiere agro-forestali. Queste filiere possono essere declinate in sistemi di

agricoltura e selvicoltura industriale, le quali richiedono capacità infrastrutturali e finanziarie importanti e che presuppongono una redditività del prodotto finito che possa compensare gli investimenti fatti. In questa ottica, il mercato della fibra deve risultare economicamente competitivo rispetto ad altre produzioni annuali o poli annuali alternative quale ad esempio l'impiego delle biomasse per le produzioni energetiche.

In alcuni contesti territoriali la presenza di filiere produttive assume, oltre alla valenza economica, anche una valenza socio-culturale in quanto queste rappresentano un elemento di identità e di accumulo di patrimonio intangibile. Il territorio è il prodotto della interpretazione e della modificazione dell'ambiente operato da un gruppo umano, per il quale diventa anche la dimensione nella quale si sviluppa la costruzione di conoscenza, di formazione e di apprendimento, un complesso culturale fatto di sapere tecnico, di pratiche, di credenze, spiritualità e visione condivisa del mondo (Galeotti, 2020), indicato con la definizione di sistema di conoscenze tradizionali.

In questi contesti la rivitalizzazione delle filiere non costituisce soltanto il modo per migliorare l'economia delle comunità, aspetto per altro importantissimo, ma anche quello attraverso il quale è possibile la ricostruzione di uno spazio di sviluppo umano, personale e collettivo, mediante il riallacciarsi di quei legami che riguardano la complessità delle variabili biologiche, psicologiche, socioculturali ed ambientali sulle quali questo si fonda.

Il progetto di design che intenda operare sul territorio deve farsi carico di questa responsabilità partendo dal presupposto che le possibili soluzioni tecnologiche da sole potrebbero non essere sufficienti, e che è necessaria la capacità di disvelare l'esistenza di un sottile, e spesso invisibile, sistema di relazioni fra i diversi sistemi biologici, sociali e culturali che si sono stabiliti nei diversi contesti territoriali nel corso del tempo, rendendo urgente la definizione di metodologie in grado di rilevarne l'esistenza e ricostruirne la complessità dei legami fra le componenti sistemiche che li caratterizzano (Fioravanti, 2022).

La circolarità della risorsa

Il riferimento alle filiere produttive deve infine considerare anche i cambiamenti paradigmatici che riguardano il passaggio da una economia lineare a quella circolare. La circolarità delle materie prime è una delle strategie portanti di cui la Commissione Europea si è dotata per il raggiungimento degli obiettivi della transizione ecologica. Così come per altri materiali anche nel caso delle bio-fibre la circolarità è strettamente dipendente dalla determi-

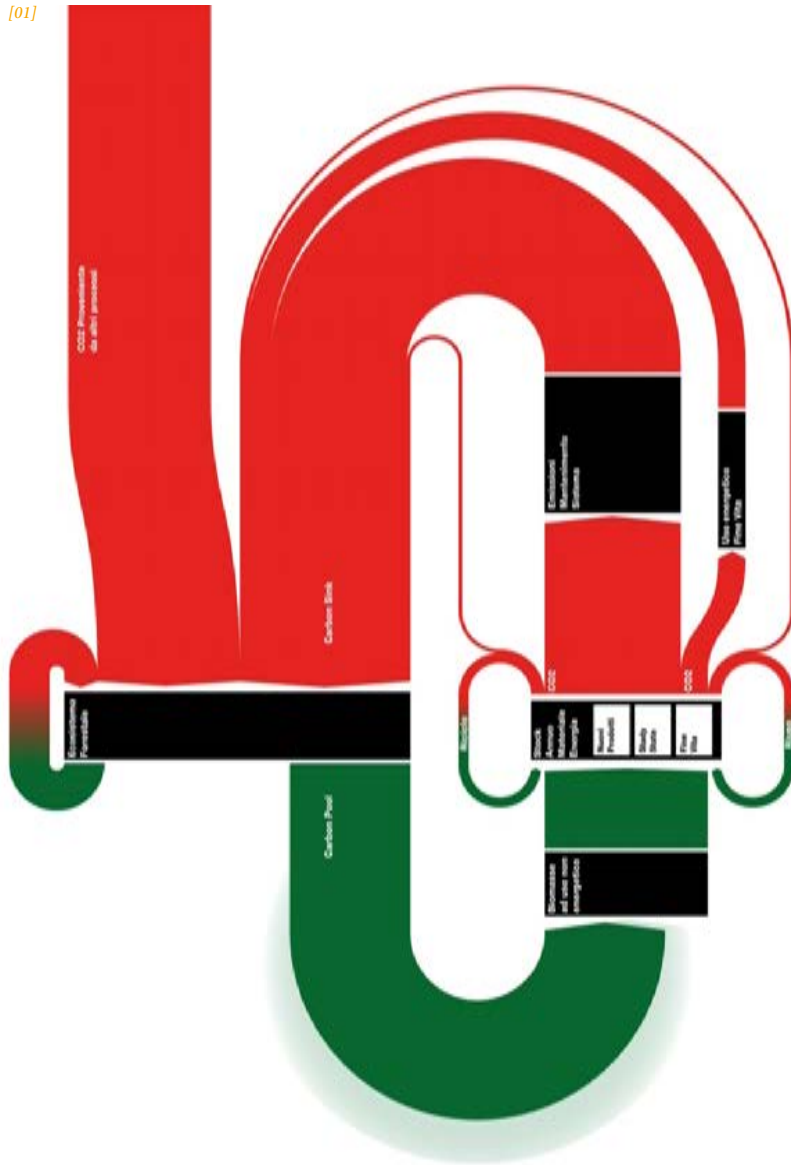
nazione dello stock dei materiali, che esprime il bilancio del flusso delle diverse materie prime dalla costruzione/produzione di beni, al loro uso, fino alla gestione fine vita (EOL). La conoscenza delle dinamiche sistemiche degli stock in uso, del loro tempo di vita, della loro dinamica evolutiva (mantenimento-espansione), della gestione del fine vita (riuso, riciclo, rifiuto), costituisce un pilastro preliminare importante per definire strategie di gestione sostenibile dei flussi di materiali ed energia degli ecosistemi urbani, nella prospettiva della costituzione di strutture di economia circolare (EC) (Wiedenhofer, 2015). Le dinamiche di variazione degli stock sono conseguenti al funzionamento del cosiddetto metabolismo sociale, che tende a far ridurre o aumentare i quantitativi di materiale in uso. Costituire sistemi rigenerativi nei quali il ricorso alle materie prime, lo smaltimento, le emissioni, ed i fabbisogni energetici sono minimizzati grazie al rallentamento, alla chiusura ed al ridimensionamento di cicli chiusi di materiali ed energia, rappresenta una soluzione in grado di garantire il mantenimento del livello di stock negli ambienti urbani, utile a contrastare l'incremento dovuto alla crescita di domanda di prodotti, e a favorire l'uso di materiali rinnovabili.

Trattandosi di una materia prima rinnovabile, caratterizzata da bassa energia di processo, e che offre molteplici possibilità di riuso e riciclo, l'aumento dello stock di fibre di origine vegetale e prodotti legnosi con sostituzione nell'uso di altri materiali, è considerata da molti come una strategia per aumentare la sostenibilità ambientale dei sistemi e di quelli urbani in particolare.

A differenza di quanto avviene per altri materiali nel caso delle bio-fibre la definizione delle sole dinamiche di funzionamento degli stock e dei flussi di riuso e riciclo non è sufficiente e si rende necessario che vengano valutati altri elementi prima di poter declamare la sostenibilità di un processo.

In questo contesto, infatti, la dinamica dello stock deve essere posta in relazione con la struttura e la funzionalità sistemica degli ecosistemi agro-forestali da cui il materiale trae origine. Il legno e i tessuti vegetali in generale, insieme ai loro derivati e al suolo, costituiscono uno dei grandi serbatoi per la immobilizzazione di carbonio (*carbon pool*) di cui gli ecosistemi agro-forestali possono disporre, ed il cui tempo di ritorno, identificabile con la gestione dello stock, influenza la funzionalità biologica dei sistemi e le scelte di gestione forestale (Dewar, 1991). Questo implica che il prelievo di biomassa debba avvenire nel rispetto delle funzionalità biologiche e temporali dei sistemi che li generano [fig. 01].

[01]



[fig. 01]
 Schema di flusso di materie prime derivanti da biomasse e relative implicazioni sul ciclo della CO₂ atmosferica (composizione grafica a cura di Francesco Cantini)

A questa limitazione deve poi essere aggiunta un'altra importante condizione al contorno legata alla funzione di mitigazione del cambiamento climatico cui i sistemi agro-forestali sono chiamati. Nel corso della produzione di biomassa i sistemi vegetali svolgono un'azione di fissazione dell'anidride carbonica che prende il nome di *carbon sink*. Essendo gli unici sistemi in grado di garantire un aumento potenziale nell'assorbimento della CO₂ in eccesso, questo determina una dicotomia nelle funzionalità dei sistemi agro-forestali che sono chiamati allo stesso tempo a svolgere un compito doppio: quello di produrre materia prima rinnovabile e sostenibile e quello di contribuire al raggiungimento degli obiettivi di contenimento del cambiamento climatico, funzioni queste parzialmente in antitesi fra loro. Ancora una volta il progetto di design è chiamato a confrontarsi con elementi di complessità sistemica dalla cui analisi e comprensione preliminare (analisi di contesto) non si può prescindere.

Nel caso delle biomasse la creazione di sistemi rigenerativi in grado di mantenere la stabilità degli stock in uso – al fine di contrastare gli effetti dell'innalzamento del metabolismo sociale – ed eventualmente espanderlo per la sostituzione di materiali non rinnovabili, richiede lo sviluppo di soluzioni e servizi volti a massimizzare le 3R (Riuso, Riciclo, Riduzione) tipiche della struttura organizzativa delle EC. In questo ambito alcune linee di possibile interesse progettuale sono rappresentate da:

1. rafforzamento di riuso e riciclo di prodotti giunti all'EOL attraverso un design del sistema prodotto nel quale si possa concepire un mix fatto di prodotti, servizi e comunicazione finalizzato al perseguimento di un obiettivo strategico (design strategico) che vede la sostenibilità quale elemento di riferimento (design per la sostenibilità);
2. innovazione tecnologica focalizzata ai prodotti ottenibili dal riciclo; allo stato attuale i prodotti derivati dal riciclo di legno e biomasse possiedono caratteristiche tecnologiche modeste che limitano fortemente la loro capacità di sostituzione di altri materiali e prodotti. È necessario lavorare al miglioramento della loro funzionalità tecnologiche per consentire loro di sostituire un numero crescente di categorie di prodotti mantenendone le capacità prestazionali e, se possibile, garantendone la loro ulteriore riciclabilità.

Ma la sfida più grande che attende il progetto di design è certamente quella di "progettare il vuoto". Come questo excursus ha tentato di dimostrare, le fibre vegetali rappresentano la soluzione ideale a tante sfide che la ricerca della sostenibilità ci sta proponendo, favorendo talvolta

risposte semplici che non tengono conto della reale complessità sistemica che caratterizza i sistemi bio-culturali da cui vengono ricavate. L'invito a progettare il vuoto non è un invito a non progettare, tutt'altro, è un invito che si ispira agli insegnamenti che ci vengono dalla fisica delle particelle che ha compreso che nel vuoto apparente del cosmo si celano i segreti dell'universo (Xuan Thuan, *La pienezza del vuoto*, 2017). Dare pienezza al vuoto vuol dire allora raccogliere la sfida che la complessità ci costringe ad affrontare, sforzandosi di non dare risposte semplici a problemi complessi e, nel caso specifico delle fibre vegetali, contribuire a dematerializzare le nostre abitudini e i nostri stili di vita, per aiutare i sistemi biologici a svolgere quelle preziose funzioni che da sempre ci garantiscono.

NOTE

[1] Lavoro svolto nell'ambito del progetto PNRR-MICS-Spoke 2 e 3.

REFERENCES

- Dewar Roderick C., "Analytical model of carbon storage in the trees, soils, and wood products of managed forests", in *Tree Physiology*, Volume 8, Issue 3, April **1991**, pp. 239-258. <https://doi.org/10.1093/treephys/8.3.239>
- Salmén Lennart, Burgert Ingo, "Cell wall features with regard to mechanical performance. A review", in *Holzforshung* Vol. 63, **2008**, pp 121-129. <https://doi.org/10.1515/HF.2009.011>
- Stanzl-Tschegg Stephanie E., "Wood as a bioinspiring material", pp. 1174-1183, in *Materials Science and Engineering* Volume 31, Issue 6, 12 August **2011**, <https://doi.org/10.1016/j.msec.2010.12.001>
- Wiedenhofer Dominik, Steinberger Julia K, Eisenmenger Nina, Haas Willi, "Maintenance and Expansion: Modeling Material Stocks and Flows for Residential Buildings and Transportation Networks in the EU25", pp. 538-551, in *Journal of Industrial Ecology*, 19, **2015**, <https://doi.org/10.1111/jiec.12216>
- Xuan Thuan Trinh, *La pienezza del vuoto*, Milano, Ponte alle Grazie, **2017**, pp. 320.
- Frey Marion, Zirkelbach Meri, Dransfeld Clemens, Faude Eric, Trachsel Etienne, Hannus Mikael, Burgert Ingo, Keplinger Tobias, "Fabrication and Design of Wood- Based High-Performance Composites", in *J. Vis. Exp.* **2019** Nov 9:(153). doi: 10.3791/60327.
- Buonamici Francesco, Volpe Yarj, Furferi Rocco, Carfagni Monica, Signorini Giovanni, Goli Giacomo, Governi Lapo, Fioravanti Marco, "Bamboo's Bio-inspired Material Design Through Additive Manufacturing Technologies", pp. 809-826, in Bianconi Fabio, Filippucci Marco (a cura di), *Digital Wood design Innovative Techniques of Representation in Architectural Design*, Springer **2020**, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-03676-8>

Galeotti Glenda, *Educazione ed innovazione sociale. L'apprendimento trasformativo nella formazione continua*, Firenze University Press, Firenze **2020**, pp. 143.

Frey Marion, Schneider Livia, Razi Hajar, Trachsel Etienne, Faude Eric, Koch Sophie Marie, Masania Kunal, Fratzl Peter, Keplinger Tobias, Burgert Ingo, "High-Performance All-Bio-Based Laminates Derived from Delignified Wood" pp. 9638-9646, in *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 9(29), **2021**, <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c08373>

Asyraf Muhammad Rizal Muhammad, Syamsir Agusril, Zahari Nazirul Mubim, Mohd Supian Abu Bakar, Mohamad Ridzwan Ishak, Mohd Sapuan Salit, Shubham Sharma, Rashedi Ahmad, Razman Muhammad Rizal, Sharifah Zarina Syed Zakaria, Rushdan Ahmad Ilyas, Rashid Mohamad Zakir Abd, "Product Development of Natural Fibre-Composites for Various Applications: Design for Sustainability", in *Polymers* **2022**, 14(5), 920 <https://doi.org/10.3390/polym14050920>

Fioravanti Marco, "Metodo (alla ricerca di)", pp. 36-45, in Fiesoli Irene, Ballerini Fabio, Vacca Margherita (a cura di), *Togetherness, Design con le imprese sociali*, Firenze, DIDA Press **2022**, pp. 136.

Design tra agricoltura e industria

Dario Scodeller

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura
dario.scodeller@unife.it

Questo saggio indaga il rapporto fra agricoltura e industria nel campo della produzione di artefatti, proponendo un'ipotesi che vede il design come disciplina di mediazione tra differenti modelli manifatturieri.

In una prospettiva storica, i processi produttivi e le attività ideative connesse all'utilizzo delle fibre naturali si prestano a una riflessione critica più ampia sul futuro delle materie prime destinate alla realizzazione di prodotti di consumo. Ristabilendo un legame tra materiali, prodotti e identità dei territori, l'utilizzo di fibre naturali nel campo del design potrebbe contribuire a ridurre la crescente dicotomia tra campagna e città che accompagna l'esponenziale crescita delle metropoli contemporanee.

Storia del design
 Fibre naturali
 Agricoltura
 Design sistemico
 Modelli di sviluppo

Inquiring the historical relationship between agriculture and industry in producing human artifacts, this paper proposes the hypothesis of design discipline as a mediator among different manufacturing models.

The manufacturing processes and the design thinking related to the use of natural fibers stimulate a wide critical reflection on the future of natural resources to produce consumption products.

In the design field, the use of natural fibers can allow us to connect materials, products and territory identities, contributing to decreasing the improving dichotomy that characterizes the growth of modern metropolises.

*Design history
 Natural fibres
 Agriculture
 Systemic design
 Economic growth models*

Le due “accademie”

Nelle ultime pagine de *I promessi sposi* Manzoni pone Renzo Tramaglino di fronte al problema di come impiegare i denari ricevuti a risarcimento delle sue disavventure. «A vedere i progetti che passavan per quella mente, le riflessioni, l'immaginazioni; a sentire i pro e i contro, per l'agricoltura e per l'industria era come se si fossero incontrate due accademie del secolo passato. E [...] non gli si poteva dire: che bisogno c'è di scegliere? L'uno e l'altro, alla buon'ora; chè i mezzi, in sostanza, sono i medesimi: e son due cose come le gambe, che due vanno meglio di una sola» (Manzoni, 1840, p. 741). Quando Bortolo, suo cugino, scopre che alle porte di Bergamo è in vendita un filatoio di seta «gli propose di farlo a mezzo. Una così bella proposta troncò i dubbi economici di Renzo, che si risolvette subito per l'industria» (Manzoni, 1840, p. 744). Questo dilemma, che Manzoni colloca storicamente nel 1630, ci parla di un'alternativa, ma anche di una complementarità tra due modelli culturali (“due accademie”) e due modelli produttivi che contraddistinguono l'attività economica fin dagli albori dell'età moderna. Ovviamente Manzoni può usare la parola industria perché scrive nell'Ottocento. Uno o due secoli prima ne avrebbe usata una diversa. Infatti, nell'*Encyclopédie* (redatta a cavallo della metà del Settecento), al posto della parola *industrie* troviamo il termine *manufacture*, un'attività spesso connessa e integrata con le attività agricole, perché realizza oggetti (manufatti) con materie prime prodotte dalla terra o dagli animali.

Fatta eccezione per il vetro e la ceramica, fin dall'età neolitica l'agricoltura e l'allevamento hanno generato gran parte delle materie prime per la produzione dei manufatti d'uso quotidiano. Materie che, in virtù della loro natura fibrosa di origine animale (lana e seta), o vegetale (lino e canapa), si prestavano a essere filate e tessute o che, grazie alla loro elasticità e resistenza (paglia di frumento, giunco, canne, ecc.) potevano essere intrecciate o curvate.

Partendo dall'esame del ruolo storico che le fibre naturali hanno avuto nello sviluppo dell'industria in età moderna, questo contributo vuole proporre la tesi secondo cui l'ideazione di artefatti realizzati con tali materie nel quadro di una corretta progettazione sistemica, possa ancor oggi promuovere modelli di sviluppo che permettano relazioni virtuose tra agricoltura, tecnologie di trasformazione e bisogni umani, in un quadro di consumo sostenibile.

Città e campagna: la nascita di due modelli manifatturieri alternativi

Sebbene opifici urbani, già meccanizzati, esistano a Bologna fin dal XIV-XV secolo, dove, grazie a un ingegnoso sistema idraulico che alimenta i mulini ad acqua, si sviluppa la fiorente manifattura della seta, nel Seicento e nel Settecento (ma il fenomeno si prolunga fino alla metà del Novecento), l'industria di trasformazione è un fenomeno che investe principalmente la campagna.

In città il modello produttivo è la cosiddetta “fabbrica agglomerata”, che anticipa il concetto di distretto, in campagna è la “fabbrica diffusa”, costituita da una rete di piccoli fornitori-produttori, in cui i contadini e le contadine artigiane alternano il lavoro agricolo a quello manifatturiero. «Non c'è divorzio tra agricoltura e preindustria» – sostiene Fernand Braudel in *Civiltà materiale, economia e capitalismo* – «la preindustria, nonostante la sua originalità, non è un settore dalle frontiere precise. Prima del secolo XVIII si svincola male dalla vita agricola onnipresente [...] Esiste addirittura un'industria contadina al livello più basso, nell'ambito ristretto del valore d'uso, che lavora per la sola famiglia o per il villaggio» (Braudel, 1982, vol. II p. 298).

A un gradino più alto esiste un'industria rurale destinata al mercato. Ovunque, in Europa, nei borghi, nei villaggi, nelle fattorie, «al cader dell'inverno – spiega Braudel – una vasta attività “industriale” sostituisce l'attività agricola» (Braudel, 1982, vol. II p. 298). Per contro, nella stagione del raccolto, gli operai (anche quelli delle miniere di carbone di Liegi), abbandonano le loro attività per dedicarsi ai lavori di campagna.

Lewis Mumford e Eleanora Carus-Wilson hanno dimostrato come una prima rivoluzione industriale sia avvenuta in Europa già nei secoli XII e XIII (Mumford, 1934; Carus-Wilson, 1941), caratterizzata da un importante sviluppo delle attività economiche unito alla crescita demografica. La genesi di tale sviluppo, sintetizzata nel trionfo WWW (wind, water, work), è legata alla diffusione delle follatrici da lana e dei mulini da segheria, da carta e da grano. Secondo Carus-Wilson la meccanizzazione della follatura della lana «fu un fenomeno decisivo al pari della meccanizzazione della filatura o della tessitura nel secolo XVIII» (Carus-Wilson, 1952, p. 409). Ma la forza idraulica che alimenta mulini alla base di questa rivoluzione medievale è generata da un'acqua che scorre più rapidamente nelle colline e nelle montagne, attraverso lo sfruttamento di dislivelli, da qui la tendenza delle follatrici «a insediarsi in campagne a volte selvagge, attraendovi la clientela dei mercanti» (Braudel, 1982, vol. III p. 581).

La separazione – sostengono gli storici della *longue durée* – si manifesta con difficoltà e tardi: per secoli l'industria preferisce la campagna, meno soggetta alle restrizioni corporative e dov'è più facile trovare manodopera. Preferenza che in Italia si prolunga fino a pochi decenni fa. Pierluigi Ghianda, il grande maestro ebanista del design italiano, rievocando la storia produttiva della Brianza del Novecento, racconta che: «Tutte le botteghe della zona nascevano in alternativa all'economia agricola. [...] In ogni cortile c'erano due o tre botteghe, perché ogni famiglia s'ingegnava a lavorare la terra dalla primavera all'autunno, e a fare mobili durante l'inverno. Però va detto che la Brianza vera e propria, quella delle origini, era fatta più da tessitori che da mobiliere. Lungo il Lambro sorgevano queste tessiture, che erano chiamate “cantoni”, che producevano ininterrottamente» (Antonelli, Castelli, Picchi, 2007, p. 376).

È contesti come quello descritto da Ghianda che nasceranno aziende importanti per il design italiano come Cassina (Bosoni, 2008), o che si svilupperanno distretti per la produzione di sedie come a Chiavari, in Liguria o a Manzano, in Friuli.

La storia della produzione di manufatti che utilizzano fibre naturali è perciò fortemente legata alla storia dei territori e alle condizioni di vita delle persone che vi lavorano: parliamo, in particolare (ma non solo), di materie come il lino, la canapa, la seta, la lana, la cui manifattura non riguarda, come vedremo, solo la produzione di capi di abbigliamento.

Il contesto produttivo che ha caratterizzato per secoli alcune di queste lavorazioni, per quanto bucolico, è tutt'altro che idilliaco. Il ciclo produttivo del lino e della canapa, ad esempio, impegna i lavoranti in operazioni così faticose e insalubri che nel 1862 l'agronomo toscano Cosimo Ridolfi afferma che: «Una popolazione che non fosse assuefatta a codesta fatica, a codesti incomodi, non vi si assoggetterebbe di buona voglia e si considererebbe parificata nel lavoro agli schiavi» (Ridolfi, 1862, p. 205). Anche l'allevamento dei bachi da seta è un'attività di complemento a quella agricola: nel suo ciclo produttivo che, dopo l'allevamento dei bachi, prosegue nei fornelli per cuocere i bozzoli e nel lavoro di filatura e tessitura, sono intensivamente impegnate le donne. Anche quando producono e lavorano in proprio i contadini sono soggetti alle angherie degli intermediari, che riducono i loro margini di guadagno; tuttavia, come ricordava Ghianda, questa preindustria fornisce alle famiglie contadine una componente di reddito in denaro contante che integra e sostiene l'economia domestica (Caizzi, 1965, p. 90).

In Italia il perdurare dell'istituto della mezzadria prolunga l'esistenza dell'artigianato rurale fino alla metà del Novecento. Nella relazione dei giurati italiani all'Expo di Parigi del 1867 Marco Minghetti, che diverrà Presidente del Consiglio dell'Italia unita, scrive che in Toscana «i lavori di manifattura vanno congiunti con gli agrari, giacché ogni casa di contadino racchiude qualche telaio di tessitore; e la fabbricazione dei cappelli di paglia è un'industria ordinaria pel tempo di sosta dei lavori di agricoltura. L'esportazione dei cappelli di paglia toscani [...] è aumentata di molto dopo la riunione di queste provincie al Regno d'Italia e dopo i trattati di commercio con la Francia e l'Inghilterra» (Minghetti, 1867, p. 10). Non solo esisteva, per questi prodotti, un mercato europeo, ma anche un'industria agricola sviluppata che non si alimentava con i soli scarti della produzione del grano (paglia di frumento), ma aveva stimolato in Toscana, fin dal Settecento, la coltivazione di una varietà non da spiga, ma da gambo, per la fabbricazione di copricapo (Ridolfi, 1862, p. 209).

Va ricordato che il modello della manifattura diffusa basato sui terzisti domestici è stato utilizzato in Italia da aziende come Benetton fino a una quarantina d'anni fa, con una rete di micro-produttori distribuiti nel territorio veneto-friulano.

In Germania le cose sono più complicate. Friedrich Engels è fermamente convinto che la rivoluzione industriale penalizzi principalmente i contadini: «l'annientamento dell'industria domestica e della manifattura rurale – scrive – da parte delle macchine e delle aziende industriali significa, in Germania, l'annientamento dell'esistenza di milioni di produttori rurali, l'espropriazione di quasi la metà dei piccoli coltivatori tedeschi, la trasformazione non solo dell'industria domestica in aziende industriali, ma altresì dell'economia contadina in una grande agricoltura capitalistica e della piccola proprietà fondiaria in gran latifondo» (Engels, 1887).

È interessante sottolineare che Engels (figlio di un industriale tessile), oltre ad aver studiato la condizione operaia europea, culminata nella pubblicazione con Marx del *Manifesto* del 1848, fin da metà Ottocento si era interessato alla comunità degli Shakers; nella comunità religiosa americana Engels vedeva un prototipo di società comunista in grado di produrre ottimi risultati economici, integrando attività agricole e artigianali indirizzate alla produzione di oggetti per la comunità, e ricercati anche dal mercato per la loro elevata qualità tecnica e semplicità estetica (Feuer, 1966).

Agricoltura, rivoluzioni produttive e geografie dello sviluppo

Siamo abituati a pensare a repentine e sconvolgenti trasformazioni (globalizzazione, delocalizzazione, ecc.) come a un fenomeno contemporaneo. In realtà, fin dal Medioevo e poi, progressivamente, nell'Età moderna, produzioni e mercati sono soggetti a cambiamenti di enorme portata. La coltivazione del lino, che ha un notevole bisogno d'acqua, si sposta tra il 1200 e il 1300 dal Mediterraneo al nord Europa: da lì lo sviluppo nelle Fiandre. Lo stesso accadrà all'industria della seta, fiorente in Calabria nel Cinquecento, che passa nel Seicento dal Mezzogiorno al Nord Italia. La preindustria, nata nelle campagne, emigra nei secoli XIII e XIV, nelle città, ma, dopo la lunga depressione del 1350-1450, i telai invadono di nuovo la campagna, per ritornare in città nel Cinquecento e di nuovo in campagna nel secolo successivo (Braudel, 1982 II; Santini, 2004).

A partire da XV secolo la canapa diviene materiale strategico per l'industria navale della Repubblica di Venezia. Alla produzione di cordami viene dedicata nel XVI secolo una specifica area produttiva dell'Arsenale, il vasto complesso industriale che, in virtù della specializzazione delle lavorazioni, inaugura il nuovo modello di fabbrica moderna. Per l'approvvigionamento della canapa inizia il contrasto politico-economico tra Venezia e Bologna e Ferrara, che ne detengono il monopolio produttivo.

Come mostra un celebre affresco del Guercino del 1615, conservato alla Pinacoteca civica di Cento (dove la cana-

[fig. 01]
Giovanni
Francesco Barbieri
(Il Guercino),
*L'estrazione della
canapa dal macero*,
1615, Pinacoteca
Civica di Cento
(FE)



[01]

[02]



[fig. 02]
Differenti varietà
di bozzoli di baco
da seta.
Da Enciclopedia
Italiana del
Novecento,
vol. VIII. 1930

pa viene tolta dal macero e messa ad asciugare nei covoni) [fig. 01], la coltivazione e la lavorazione di questa fibra è stata per secoli una vocazione del territorio emiliano. Fino alla metà del Novecento l'Emilia-Romagna ne è stata il primo produttore in Italia, che, a sua volta, era il secondo produttore mondiale dopo la Russia.

Alla decadenza della coltivazione nel corso del Novecento concorrono diversi fattori, tra cui la concorrenza delle fibre artificiali e in seguito di quelle sintetiche. Arbusto contro arbusto, si potrebbe affermare, perché è proprio la canna gentile (*Arundo donax*), coltivata nelle grandi estensioni di bonifica della bassa pianura friulana, che diviene il primo concorrente alla canapa, alimentando la grande industria impianta nel 1938, a Torviscosa, dalla SNIA, per la produzione di cellulosa per la seta artificiale, il celebre Rayon.

La crescita della domanda di materie prime naturali (sia vegetali che animali) produce trasformazioni che coinvolgono agricoltura, paesaggio, modelli industriali e anche progetto. Nel Settecento il grande sviluppo della produzione di seta, divenuta di moda, modifica il paesaggio agrario tra l'Adige e l'Adda, perché la coltura dei gelsi (*arbores morum*), le cui foglie servono da alimento ai bachi, si diffonde ovunque, spesso in forma promiscua con la coltura della vite.

In Francia questo fenomeno avviene già nel Seicento ed è oggetto di contrasto tra il re Enrico IV e il suo ministro delle finanze Sully, che mette in guardia sulla diffusione del gelso a discapito del grano. È necessario decidere, secondo Sully, se agevolare la corruzione dei costumi portata dalla moda (seta) o favorire il benessere assicurato dal cibo (Gourdault, 1876) [fig. 02].

Per quanto riguarda la cosiddetta "manifattura diffusa",

nel Settecento, spiega lo storico Caizzi, «Dal Friuli al Bergamasco la campagna era disseminata di fornelli (per la trattura dei bozzoli) quasi tutti collocati nelle case rurali o in piccole aziende imprenditrici» (Caizzi, 1965, p. 92). È qui che il design inizia ad avere un ruolo. L'aumento della domanda di prodotti in seta mette in crisi l'industria del nord Italia: in Lombardia si fanno venire operai esperti dalla Francia, mentre in Veneto «Mancavano perfino i disegnatori – scrive ancora Caizzi – al punto che nel 1783 si doveva ricorrere al maestro di disegno delle pubbliche scuole perché si prestasse a favore dell'industria» (Caizzi, 1965, p. 34).

Design e fibre naturali: ipotesi di lavoro in forma di rassegna storico critica

Se da parte di questi maestri di disegno tolti dalle scuole e messi "a servizio dell'industria" possiamo avere una rappresentazione del ruolo del "design prima del design", l'impiego delle fibre naturali pone oggi al designer contemporaneo sfide assai più complesse. In una prospettiva in cui il progetto assuma un ruolo di guida dell'innovazione (*Design driven innovation*), una prima questione riguarda la produzione di materia prima. Essendo state smantellate, nell'ultimo mezzo secolo, molte delle filiere produttive per secoli legate alla storia dei territori, l'approvvigionamento di materie naturali risulta spesso problematico. Un approccio progettuale di tipo sistemico, perciò, che consideri la filiera che dal campo porta al consumatore, deve considerare che la disponibilità di un determinato materiale naturale richiede la programmazione delle colture e delle piantagioni.

La riprogettazione delle filiere preferisce spesso processi *homebrewer*, più artigianali che industriali, con piccoli lotti di produzione, a volte sperimentali: in tal senso, il modello della manifattura diffusa ritorna d'aiuto, poiché più adattabile alla produzione di masse critiche non elevate.

L'adozione di questi modelli può aprire, inoltre, nuove opportunità per i territori marginali, esclusi dai grandi processi di industrializzazione e non toccati dal fenomeno turistico, come contrasto allo spopolamento e all'abbandono.

Un altro problema con cui il design si confronta è relativo alle spiccate caratteristiche anisotrope dovute alla struttura cellulare dei materiali naturali. L'impiego pratico di fibre derivanti da erbe, arbusti, canne, peli, tegumenti, bave, necessita, storicamente, l'adozione di processi di trasformazione, quali la filatura, o di procedimenti che conferiscano resistenza, come l'intreccio o la curvatura, o, in tempi recenti, il consolidamento attraverso resine.

[03]



[fig. 03]
Il carretto del
venditore di oggetti
in fibre vegetali:
*Japan, Described
and Illustrated by the
Japanese 1897-98;*
Naoto Fukasawa,
*Zakka – Good
and Things*, Issey
Miyake Foundation
a Tokyo, 2016

Ciascuna di queste materie ha una propria storia, di cui è necessario riappropriarsi; nonostante momenti di declino seguano ciclicamente fasi di popolarità, ciascuna di queste materie possiede anche una persistenza, spesso occulta, in molti oggetti d'uso quotidiano: si pensi ai pennelli di setole naturali, agli imbottiti di piume, alle spugne, all'archetto volino in crine di cavallo, ai tappeti e alle stuoie in cocco, o al perdurare dell'impiego della canapa nelle giunzioni idrauliche, in alternativa al più industriale, ma meno efficace teflon o del sughero nei tappi delle bottiglie di vino, non facilmente sostituibili da materiali polimerici.

Lungi dal voler suggerire ai designer nuove forme di autarchia, ci pare utile offrire qui un sintetico panorama dei più noti e dei meno conosciuti di questi materiali, illustrando il loro ruolo storico negli impieghi tradizionali e

in quelli contemporanei, come invito a pensare in termini di filiera e possibilmente di filiera corta e sostenibile. Lino, canapa, seta, bambù, giunco, sughero sono materiali alla base dell'evoluzione della cultura materiale le cui potenzialità vengono oggi riconsiderate in chiave sperimentale, nel campo del design di prodotti per la persona, per l'arredamento di casa e uffici, per i veicoli.

Il lino (coltivato per la pianta e per il seme) è stato la fibra d'elezione della civiltà mesopotamica e mediterranea. In età arcaica e classica veniva impiegato non solo per l'abbigliamento, ma anche per l'inumazione e la navigazione: di lino sono le bende delle mummie egiziane, in lino è il telo della Sindone, con il lino venivano realizzate sia le vele delle navi, sia i suoi cordami. In epoca romana il suo impiego si diffonde tardi, in particolare nella Gallia Cisalpina, fra Po e Ticino e fra Voghera e Faenza.

Da un punto di vista antropologico l'invenzione dello spago (realizzato con il lino o la canapa) ha avuto un'enorme importanza per l'evoluzione della civiltà umana nel periodo Neolitico. Senza le lunghe fibre intrecciate dello spago non sarebbe stato possibile fissare le punte di selce sulle aste di lance, frecce, attrezzi; non si sarebbero potute realizzare reti da pesca, archi per cacciare e archetti per accendere il fuoco. Inoltre, la canapa sostituisce progressivamente il lino nella realizzazione di vele e funi per la navigazione.



[fig. 04]
Scopa in fibra
di Erica naturale
in dotazione agli
operatori ecologici.
Venezia centro
storico

[04]



[05]

Se visitiamo il Museo della civiltà contadina di San Marino di Bentivoglio possiamo apprezzare l'allestimento originale del 1975 che illustra il "ciclo della canapa".

La parola ciclo ci fa capire come la produzione di artefatti con fibre naturali abbia un carattere sistemico. Nel caso della canapa, il ciclo comprende attività come coltivazione, concimazione, aratura (profonda, fondamentale per la riuscita del raccolto), semina, taglio, macero, filatura e tessitura. A Bentivoglio gli storici dell'economia agricola hanno compiuto un originale lavoro di ricerca sulle fonti scritte e orali che ha permesso di ricostruire nel dettaglio le fasi di questa filiera (Scodeller, 2022). Nell'economia contadina le fibre naturali fornivano la materia base per la realizzazione di molti oggetti: piume per cuscini, cartocci di mais per i materassi, vimini per i cesti, paglia per le sedie, canapa per molteplici usi, dalle corde, alle reti da pesca.

I musei etnografici o demo-etno antropologici, diffusi un po' ovunque in Italia, offrono importanti testimonianze sulle filiere produttive e sulle abilità dei contadini artigiani nella lavorazione delle materie vegetali, utilissime oggi, sia per gli studiosi che vogliono occuparsi di questo filone di ricerca, sia per i designer intenzionati a riscoprirne forme, lavorazioni, procedimenti.

All'interno dei Laboratori di laurea in Design Unife, dedicati al Design per la sostenibilità sociale e ambientale,

[fig. 05]
MIT Silk
Pavillion. Foto
© Steven Keating
e Markus Kayser



[06]

sono state sviluppate, nell'ultimo decennio, molte tesi relative a nuove possibilità di impegno di fibre vegetali tradizionali, e alla riprogettazione di filiere. Ciò ha portato quasi sempre ad affrontare la rigenerazione sociale ed economica di determinati territori o a considerarne alcune specificità.

La coltivazione della canapa è oggi in fase di lenta ripresa. Vorace di CO₂ per la rapidità con cui cresce, la pianta rappresenta un'alternativa alla cellulosa per i vari impieghi industriali e molti designer lavorano in questa direzione nel campo dei prodotti d'arredo, nel campo dell'allestimento d'interni o dell'automotive.

Uno dei casi studio più interessanti nella ricerca sulla canapa industriale è il progetto della Hemp Car realizzato dalla Ford Motor Company nel 1941, di cui purtroppo esiste pochissima documentazione a causa della distruzione degli archivi dell'azienda nel secondo dopoguerra. Il progetto, noto anche come Soybean car, venne affidato da Henry Ford al designer Lowell E. Overly, allo scopo di predisporre una possibile alternativa all'auto con carrozzeria in acciaio alimentata a benzina, nell'ipotesi di entrata in guerra degli Stati Uniti. La carrozzeria era composta da un polimero bioderivato dalla lavorazione di soya, canapa, lino, ed era alimentata a etanolo, ottenuto dalla distillazione della canapa.

[fig. 06]
Sedia di Chiavari
e sedia Superleggera
(Gio Ponti,
Cassina, 1957)

La stoppa, che proviene dal cascame della pettinatura del lino e della canapa, oltre a essere stata storicamente impiegata per sigillare le giunzioni delle tubature e, incatramata, per calatafare il fasciame di imbarcazioni, rendendole stagne, viene ancor oggi usata, assieme al crine vegetale, nel campo del restauro dei mobili storici. Fino all'arrivo della gomma-piuma, negli anni Trenta del Novecento, infatti, le imbottiture dei mobili erano realizzate con molle tese tra una parte inferiore in fasce di canapa intrecciate ortogonalmente e una sacca superiore ovattata con questi materiali fibrosi ed elastici. Ma la gomma-piuma derivata dal lattice naturale è stata massivamente sostituita a partire dagli anni Sessanta del Novecento dalle schiume poliuretaniche introdotte, tra i primi, dalle ricerche chimiche dell'azienda tedesca Bayer. Considerando il degrado per sbriciolamento a cui sono destinati gli schiumati degli imbottiti, sarà necessario porsi quanto prima il problema della polverizzazione e della depolimerizzazione del poliuretano espanso, utilizzato in forma indiscriminate e pervasiva nel campo dell'arredamento.



[07]

[fig. 07]
William Morris, Sedia del Sussex
XIX secolo; Vico Magistretti
sedia Carimate, Cassina, 1960

Sul piano etnografico e antropologico esistono forti analogie tra le produzioni dei diversi continenti, in quanto le materie vegetali hanno costituito per millenni la base della produzione di oggetti e strumenti nelle culture contadine, con tecniche che si sono diffuse e vicendevolmente contaminate.

Nel 2016 il designer giapponese Naoto Fukasawa ha allestito la mostra *Zakka – Good and Things*, presso la Issey Miyake Foundation a Tokyo [fig. 03]. Al centro dell'esposizione campeggiava il carretto del venditore di oggetti realizzati con materie vegetali: molteplici oggetti (tra cui scope, ceste, contenitori, piumini, spazzole) ancor oggi in vendita nei negozi di mercerie giapponesi. Il carretto allestito da Fukasawa era sovrapponibile, a distanza di un secolo e mezzo, con quello riprodotto nel libro *Japan, Described and Illustrated by the Japanese, Written By Eminent Japanese Authorities and Scholars* edito negli Stati Uniti nel 1897-98.

Una dimostrazione dell'attualità e dell'insostituibilità di queste materie nei *basic objects* d'uso quotidiano è la scopa utilizzata dagli operatori ecologici di Venezia centro storico: l'Erica naturale nella spazzola a ramazza è più sostenibile dell'analoga in materiale plastico. La saggina si consuma e viene sostituita (esiste un magazzino di ricambi), mentre l'analoga in materiale plastico, sperimentata per alcuni anni, si consuma rilasciando scorie polimeriche che finiscono in acqua [fig. 04].

La seta è stata storicamente impiegata non solo nel campo dell'abbigliamento, ma anche in quello dell'arredo e dell'illuminazione, nel rivestimento di pannelli e nella confezione di paralumi. Mariano Fortuny, ad esempio, oltre che nella creazione dei suoi sofisticati abiti di moda, ha utilizzato la seta nei diffusori delle sue raffinate lampade a luce diffusa e indiretta.

La seta è oggi oggetto di sperimentazioni tecnico-scientifiche ardite come il *Silk pavilion*. Con questo impianto sperimentale, realizzato presso il MIT Media Lab di Boston, i ricercatori hanno utilizzato le capacità di tessitura del baco da seta, in grado di sviluppare fili della lunghezza di un chilometro. Il progetto, che esplora la relazione tra fabbricazione digitale e biologica per prodotti e architettura, si basa su una struttura primaria di pannelli poligonali costituiti da fili di seta disposti da una macchina CNC (computer-numericamente controllata), sulla cui superficie uno sciame di 6.500 bachi, utilizzati come stampante biologica, creano una struttura secondaria. Più che *bio-inspired*, si tratta di un progetto che mette in azione la natura, coniugando dimensione digitale e generatività animale [fig. 05].

[08]



[fig. 08]
Franco Albini
Poltrona Gala,
Bonacina,
1951; Franca
Helg, poltrona
Primavera,
Bonacina, 1967

Il design contemporaneo, fin dalla seconda metà dell'Ottocento, si è largamente avvalso delle fibre naturali per la realizzazione di arredi: le lunghe fibre del giunco, la celebre “paglia di Vienna”, alla base del successo dell'industria Thonet, sono state largamente impiegate da architetti e designer razionalisti come Marcel Breuer, che la utilizza con l'intreccio ottagonale nella seduta e nello schienale della sua Cesca (1928) e da Mies Van der Rohe, con un intreccio ortogonale nella *cantilever* in tubolare d'acciaio. In Italia le sedie di Chiavari sono “tessute” con “fili” di salice (*Salix Alba*), tagliati con appositi strumenti inventati dal benemerito Gaetano Descalzi (Finocchietti, 1873), e alla maniera della “chiavarina” sono intrecciati i sedili della Leggera e della Superleggera di Giò Ponti (1957) [fig. 06].

Nel campo dell'arredo moderno l'impagliatura viene utilizzata tra i primi da William Morris nella riproposizione della sedia del Sussex, che entra fin dagli anni sessanta dell'Ottocento nel catalogo della Morris, Foulkner & Co.; ampio uso ne fanno tra gli anni quaranta e sessanta designer danesi come Hans Wegner e italiani come Vico Magistretti che, nel 1960, usa l'impagliatura alla maniera delle sedute contadine nella Carimate di Cassina. (Pasca, 1992) [fig. 07]. Sempre Magistretti disegna negli anni settanta con il piumino d'oca, oggi periodicamente sotto accusa, uno dei più eleganti prodotti di arredo domestici: il letto Natalie.

Alle canne e midollini e alla passione per le geometrie generative dobbiamo le straordinarie creazioni di Franco Albini e Franca Helg per Bonacina.

Concludiamo con un riferimento al sughero, al quale il designer e ricercatore portoghese Filipe Alarçao ha dedicato ricerche e progetti e ha realizzato il coordinamento editoriale per un esaustivo volume edito dall'azienda Amorim, uno dei maggiori produttori mondiali di tappi di sughero (Amorim, Alarçao, 2018). Pur avendo escluso da questa disamina i materiali legnosi, accogliamo il sughero nell'ambito delle fibre naturali sia in virtù della sua natura macrocellulare, sia perché ad essere impiegata è la corteccia che si rigenera in un certo numero d'anni. In una prospettiva di sostenibilità intesa come giustizia intergenerazionale il materiale è estremamente interessante. Com'è noto, chi pianta oggi un albero di sughero lo fa nella consapevolezza che l'impiego della sua corteccia avverrà tra due generazioni. La sua coltura, perciò, diffusa in Portogallo nel Medioevo per arrestare la desertificazione dell'Alentejo, richiede un pensiero che si confronta con i tempi lunghi del susseguirsi delle generazioni. Un punto di vista oggi estremamente utile, perché in un



[09]

futuro abbastanza prossimo i designer, per confrontarsi con una prospettiva sostenibile, dovranno probabilmente ricominciare a fare i contadini, o meglio a prodursi i materiali con cui lavorare, o peggio, a dover pensare ai materiali con cui lavoreranno i loro nipoti [fig. 09].

[fig. 09]
Alentejo,
Portogallo.
La marcatura
degli alberi
di sughero dopo
la decorticatura.

REFERENCES

- Manzoni Alessandro, *I promessi sposi. Una storia milanese del secolo XVII*, Milano, Guglielmini e Radaelli, **1840**, pp. 746.
- Ridolfi Cosimo, *Lezioni orali di agraria*, vol. 2, Firenze, Cellini e C., **1862**, pp. 556.
- Minghetti Marco, *Relazione dei giurati italiani sull'esposizione universale del 1867*, vol. II, Firenze, Stabilimento di Gius. Pella, **1868**, pp. 90.
- Finocchietti Demetrio Carlo, "Industria del lavoro", pp. 1-75, in *Relazione dei Giurati italiani sulla Esposizione Universale di Vienna del 1873*, fascicolo VII, Milano, Regia stamperia, **1873**.
- Gourdault Jules, *Sully et son temps. La mémoires et documents du XVI. siècle*, Tours, Mame, **1876**.
- Engels Friedrich, "Prefazione alla seconda edizione riveduta", s.p., in Friedrich Engels, *La questione delle abitazioni*, (1872) **1887**, (ed. it. *Per la questione delle abitazioni*, Roma, Luigi Monzini, 1901).

Okakura Kakuzo, Brinkley Frank, *Japan, Described and Illustrated by the Japanese, Written by Eminent Japanese Authorities and Scholars*, 10 vol., Boston-Tokyo, **1897-8**. http://www.bax-leystamps.com/litho/brink_15/brinkley_deluxe.shtml

Mumford Lewis, *Technics and Civilization*, Routledge & Kegan, London, **1934**.

Carus-Wilson Eleanora Mary, "An industrial Revolution of the thirteenth Century", in *Economic History Review*, n. 1 (11), **1941**, pp. 39-60.

Carus-Wilson Eleanora Mary, "The Woollen industry", pp. 372-428, in M.M. Postan, E.E. Rich, E. Miller (a cura di), *The Cambridge Economic History of Europe*, vol. II, New York, Cambridge University press, **1952**, pp. 604.

Caizzi Bruno, *Industria e commercio della Repubblica veneta nel XVIII secolo*, Milano, Edizioni della Banca Commerciale Italiana, **1965**, pp. 288.

Feuer Lewis S., *The Influence of the American Communist Colonies on Engels and Marx*, in *The Western Political Quarterly*, n. 3 (19), **1966**, pp. 456-474.

Braudel Fernand, *Civiltà materiale, economia e capitalismo*, vol. II, *I giochi dello scambio*, Einaudi, Torino, **1982**, pp. 641.

Braudel Fernand, *Civiltà materiale, economia e capitalismo*, vol. III, *I tempi del mondo*, Einaudi, Torino, **1982**, pp. 701.

Pasca Vanni, Vico Magstretti. *L'eleganza della ragione*, Milano Jaca book, 1992.

Antonelli Paola, Castelli Giulio, Picchi Francesca, *La fabbrica del design*, Milano, Skirà, **2007**, pp. 408.

Bosoni, Giampiero (a cura di), *Made in Cassina*, Milano, Skirà, **2008**.

Santini Antonio, "Le campagne lombarde, tessera chiave del mosaico agrario europeo", in *Glocalism: Journal of Culture, Politics and Innovation*, 1-2, **2014**, pp 1-27.

Amorim Group, Filipe Alarçao (a cura di), *The Cork Book*, Lisbona, Grafica Maiadouro, **2018**, pp. 380.

La coltivazione e industria domestica della canapa, Istituzione Villa smeraldi. Documenti del museo della Civiltà contadina di San Marino di Bentivoglio, https://www.museociviltàcontadina.bo.it/Guida/La_coltivazione_e_industria_domestica_della_canapa [Ottobre 2023]

Scodeller Dario, "Dall'antropologia alla storia. Il Museo della civiltà contadina di San Marino di Bentivoglio e il dibattito sul rapporto tra design e cultura popolare negli anni settanta del Novecento", pp. 235-254, in Fiorella Bulegato, Maddalena Dalla Mura (a cura di), *Design esposto. Mostrare la storia/storia delle mostre*, in Atti del V convegno AIS/Design Associazione italiana storici del design, Università Iuav di Venezia, 26-27 novembre 2022, Venezia, Università IUAV di Venezia, **2022**.

Autarchie contemporanee e modelli di sviluppo meridiano

Design e fibre naturali come patrimoni di cultura materiale

Rossana Carullo

Politecnico di Bari, Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura
rossana.carullo@poliba.it

Il rapporto tra design e fibre naturali è indagato sulla scorta dello straordinario potenziale che Tomás Maldonado intuì ed evidenziò per il design nel Mezzogiorno d'Italia, legato al «duplice vantaggio di riconnettersi, da un lato, con le tradizioni locali delle culture materiali e, dall'altro, di introdurre in quest'area ulteriori elementi di modernizzazione» (Maldonado, 1991, p. 337). La riattivazione e la valorizzazione delle filiere legate alla produzione e all'utilizzo delle fibre naturali nei contesti del Sud del mondo, diventa un tramite tra tecnologie avanzate e antichi valori sapienziali, radicati nei suoli da cui quelle fibre hanno origine, per farsi exempla di fronte a una pressione ecologica sempre più violenta.

Patrimonio
Cultura materiale
Fibre naturali
Mezzogiorno
Autarchia

The relationship between design and natural fibers is explored following what Tomás Maldonado highlighted in the late 1980s. He perceived an extraordinary potential for design in the Southern Italy related to the «twofold advantage of reconnecting, on the one hand, with local traditions of material cultures and, on the other hand, introducing further elements of modernization to this area» (Maldonado, 1991, p. 337). The reactivation and enhancement of supply chains related to the production and use of natural fibers in the contexts of the World South, becomes a medium between advanced technologies and ancient sapiential values, rooted in the soils from which those fibers originate, an exempla in the face of increasingly violent ecological pressure.

Cultural heritage
Material culture
Natural fibers
Southern Italy
Autarky

Autarchie contemporanee: le ragioni di un contesto

Nell'uso del termine autarchie contemporanee vi è la volontà di affrontare una duplice sfida che, come un filo rosso, lega molte delle ricerche che i docenti di design svolgono presso il Politecnico di Bari da più di un decennio (Carullo, Pagliarulo, 2013; Carullo, 2019; Carullo, 2020). Da un lato la disciplina del design, nelle sue articolazioni, permette di individuare modelli originali di sviluppo per il Mezzogiorno non eterodiretti, dall'altro consente a questi modelli di diventare, per il loro radicamento a Sud, un riferimento nella contemporaneità in grado di rispondere alla pressione ecologica e alle crescenti disuguaglianze prodotte dalla competizione tecnologica globale; prima tra tutte quella tra Nord e Sud, *questione* di cui il Mezzogiorno è stato simbolo e metafora sin dalla formazione dell'unità d'Italia (De Fusco, 2015). Nel caso specifico delle fibre naturali, siano esse di origine vegetale piuttosto che animale, il radicamento territoriale è fatto di suoli stanziali o attraversati, di politiche agricole e tecniche di produzione, ma anche di tradizioni locali delle culture materiali, che non furono subito riconosciute in molte delle politiche per il Mezzogiorno, spesso legate a modelli di sviluppo importati dal Nord (Carullo, 2020).

A questa constatazione si riferiscono le parole di Maldonado quando nel dibattito sui temi della formazione del design nel Mezzogiorno, rifletté sul «duplice vantaggio di riallacciarsi, da un canto, alle tradizioni locali delle culture materiali e di introdurre in quest'area ulteriori elementi di modernizzazione» (Maldonado, 1991, p. 337; Carullo, Labalestra, 2019).

In questa direzione si collocano molte delle ricerche in design condotte dall'autore presso il Politecnico di Bari e finalizzate a individuare metodologie, strumenti e progetti, attorno al tema delle fibre naturali. Esse non attestano solo un'attenzione ecologica, in una contrapposizione tra naturale/agricolo e industriale, ma semmai mirano a giungere a una comprensione più profonda del ruolo del design nel *governare* le intersezioni tra processi socio-tecnici e palinsesti storico-culturali, non sempre in relazione tra loro. Per il Mezzogiorno le categorie del naturale/agricolo s'inscrivono infatti nella lunga storia di una *condizione contadina* meridionale contrapposta al *proletariato industriale* settentrionale, che ha informato il dibattito ininterrotto sulla "Questione meridionale" (Salvemini, [1898] 1955).

Il contesto si amplia e si dilata temporalmente, il Mezzogiorno si fa moltiplicatore di storie e metafore, luogo ideale per favorire la formazione di un immaginario e delle

sue prassi affinché, tra materie prime e suoli, processi produttivi e condizioni sociali, si producano nuove relazioni, rovesciamenti di valore: «il termine “Mezzogiorno”, oltre al significato storico e alla ricchezza delle connotazioni, pensate in termini *pre* e *post*-unitari, dà luogo tanto alla metafora negativa nota a tutti oggi, quanto a quella che auspichiamo come positiva per domani» (De Fusco, 2015, p. X).

L'impulso in questa direzione è stato paradossalmente anticipato dai centri di ricerca e formazione in Nord Europa, come dimostra il master in *Contextual design* aperto già nel 2008 presso la *Design Academy di Eindhoven* [1]. L'allora direttrice Lidewij Edelkoort, oggi *trend forecaster* d'influenza internazionale nel settore del tessile e della moda, dalle pagine della sua ultima pubblicazione, intitolata *Proud South*, denuncia in modo ancor più netto che: «A southern generation of creatives is standing up, expressing local craft, embracing regional materials, recognising ancestral practices and cherishing indigenous values» (2022, p. 4) [2].

Il termine autarchie contemporanee allude allora a un campo d'azione per costruire una differente consapevolezza dei contesti in cui si opera, e attivare, attraverso il design, differenti sistemi di relazioni contestuali, capaci di trasfigurare i valori stereotipati in gioco.

Agricoltura e “Contadini del Sud”

La dicotomia tra agricoltura e industria è il sintagma del dibattito che definisce le condizioni di subalternità del Mezzogiorno, nel quale le relazioni storiche tra materie prime e processi di trasformazione – come ha illustrato Dario Scodeller in apertura al convegno – mettono in gioco i rapporti di complementarità tra risorse naturali, prodotti e identità dei territori.

La storia della subalternità della classe contadina meridionale costituisce anche il nucleo iniziale della riflessione sulla “Questione meridionale” di Gaetano Salvemini: un *proletariato rurale*, di cui l'autore denuncia la condizione di oppressione e disuguaglianza (Salvemini, [1898] 1955, p. 50), in dialettico rapporto con il *proletariato industriale* settentrionale.

La complessità di tale dibattito nelle sue molteplici articolazioni, non è tracciabile in questa sede, ma pensare a un modello di sviluppo *meridiano* (Cassano, [1996] 2012) attraverso il design, significa discutere non solo sulla più nota dialettica tra industria e artigianato, ben evidenziata da Renato De Fusco (2015, p. IX), quanto piuttosto e in modo spiazzante, rivedere le categorie della contrapposizione tra differenti modelli culturali, sociali e produttivi,

rivedere il rapporto tra produzioni agricole e consumo sostenibile, rivedere il racconto di una *condizione contadina* (Cirese, 1977, pp. 20-21) che a Sud ha prodotto specifiche progettualità politiche e tecniche.

Se è vero che «ovunque percepiamo la mancanza di una convincente prospettiva umanistica della civilizzazione tecnica» (Maldonado, [1963] 2019, p. 46), il design può intervenire con una progettualità che eserciti coraggio tecnico, sociale e politico (Maldonado, 1970, p. 65).

Parlare oggi dei *nuovi* “Contadini del Sud”, (Scotellaro, 1954), è possibile, se si tiene conto delle potenzialità offerte dal design nel definire le condizioni per nuove relazioni contestuali tra storia, tecnica, produzione, società e progetto. Ma questa “novità” non era forse già presente in alcune illuminate personalità che senza tregua hanno prodotto, nelle politiche per il Mezzogiorno, forme di progettualità tanto alta e plurale, quanto ancora poco riconosciuta per le sue potenzialità nel presente?

Nella prefazione di “Contadini del Sud”, famoso libro-inchiesta di Rocco Scotellaro, (1954) il sindaco-poeta di Tricarico, Manlio Rossi-Doria (Rossi-Doria, [1954] 2021, p. 94; Zoppi, 2015, pp. 91-98; Festa, 2021, pp. 15-17), evidenziò la possibilità che proprio a Sud fosse possibile sostenere il processo di emancipazione della “condizione contadina”.

Manlio Rossi-Doria [3], figura di spicco delle politiche per il mondo agricolo e lo sviluppo del Mezzogiorno, affiancò Scotellaro affinché la dimensione letteraria, che caratterizzava la sua opera sin dagli esordi, si confrontasse con quella tecnico-scientifica, offrendogli la possibilità di acquisire a Portici, nell'*Osservatorio di economia agraria*: «una formazione e una disciplina che gli avrebbero consentito un giorno di ritornare a lavorare per i suoi contadini con maggior efficacia e utilità» (Rossi-Doria, [1954] 2021, p. 94). “Contadini del Sud” infatti, commissionato da Vito Laterza a Scotellaro, si configurò già allora come raccolta di «studi di comunità rurali, che permettessero di illuminare non soltanto concretamente la realtà economico-agraria delle regioni meridionali, ma l'umanità stessa e la coltura [4] dei contadini» (Rossi-Doria, [1954] 2021, pp. 94).

Non è forse questa, la prova ante-litteram della consapevolezza del *duplice vantaggio* del rapporto tra *téchne* e *humanitas* che Maldonado lesse come carattere specifico del dibattito sulla progettualità del Mezzogiorno?

Fibre naturali e progetto: i nuovi “Contadini del Sud”

In questo *contesto* nascono e si sviluppano le metodologie utilizzate dal design per l'attivazione e il potenziamento delle filiere produttive delle fibre naturali tra Puglia e Calabria.

Il punto di partenza è il contributo fornito negli ultimi dieci anni allo sviluppo della filiera di lana di pecora *Gentile di Puglia*. Nata con i finanziamenti di *Principi attivi* durante il governo della regione Puglia presieduto da Nichi Vendola, la start-up *Pecore attive* è guidata da Filippo Clemente che, terminati gli studi di ingegneria meccanica, come *nuovo* contadino del Sud, ha intessuto con il design un continuo scambio di competenze. Sono più di un centinaio i progetti di superfici potenziate nei loro valori sensoriali di morbidezza, rigidità [fig. 01], oggi parte fondativa della *Material Library* del Politecnico di Bari Inmatex© [5]. Molte delle superfici sono prodotte in collaborazione con la Fondazione *Le Costantine*, storiche tessitrici salentine. Attingendo agli archivi storici presenti nella loro sede di Casamassella, i progetti sono approdati al NYTM – *New York Textile Month* – ideato nel 2016 dalla stessa Lidewij Edelkoort (Carullo, Pagliarulo, 2018) [fig. 02] [fig. 03] e al museo del tessile di Prato [fig. 04].

[fig. 01]
New York
Textile Month –
NYTM: progetti
di superfici
feltrate di lana
di *Gentile di Puglia*.
Politecnico
di Bari con
A. Demonte con
Pecore Attive,
25x25 cm

[fig. 02]
New York
Textile Month
– NYTM:
superfici
cardate in
lana di *Gentile di Puglia*.
Allestimento
dell'esposizione.
R. Carullo,
R. Pagliarulo



[01]



[02]

Più recentemente, le ricerche con *Pecore Attive*, si sono spinte sino alla possibilità di filare fibre composite tra lana di pecora *Gentile di Puglia* e *Bisso* [fig. 05] provenienti dagli scarti del *Mytilus Edulis*, superando così i limiti imposti dalla salvaguardia della *Pinna Nobilis*, specie di mitile gigante, da cui veniva estratta la cosiddetta seta del mare, conosciuta in antichità in tutto il mediterraneo (Carullo, et al., 2022).

Nel 2017 l'attenzione si è spostata dalla progettazione di superfici tessili alla progettazione di *Utensilia*© in grado di modificare le frazioni del processo produttivo delle fibre (Carullo, 2020). Nel rapporto tra *téchne* e *humanitas*, il design si fa interprete della storia dei processi produttivi, per comprendere come, e se, sia possibile ricomporre con nuovi *Utensilia*© quel legame tra la produzione di materie prime, la sua trasformazione e il consumo, auspicata in apertura di convegno [fig. 06]. Una complementarità che sappia interpretare le diacronie dei processi produttivi e, attraverso il controllo computazionale, permetta di ottenere la riproducibilità tecnica necessaria affinché anche le categorie dell'artigianalità lascino il posto a sistemi capaci di interpretare diversamente il contesto territoriale di riferimento, per «leggere nelle tradizioni un deposito di sapienza ecologica, di coscienza del limite, che è stato poi dissolto dal trionfalismo della modernità» (Cassano, 1996, p. XV).

[fig. 03]
New York
Textile Month
– NYTM:
superfici
tessili con il
punto fiocco,
prodotte presso
Le Costantine.
Politecnico di
Bari I. Capriati

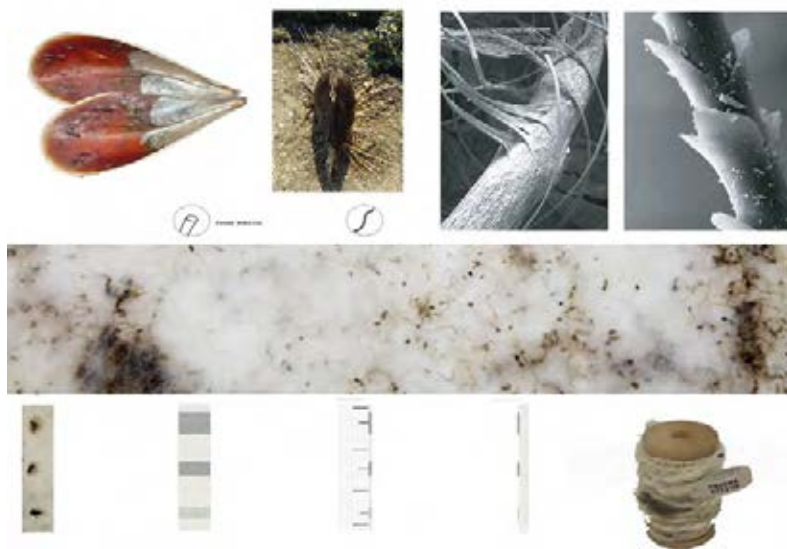
[fig. 04]
Gradients:
esposizione
al Museo del
tessile di Prato
con “Lanificio
Leo” e la
Material Library
Inmatex©,
R. Carullo,
R. Pagliarulo



[03]



[04]



[05]



[06]

[fig. 05]
Filatura della fibra di Bisso del *Mytilus Edulis*, con *Pecore Attive*, Museo DicoCESano di Taranto, R. Carullo, A. Labalestra, C. Langella, S. Lucibello, R. Pagliarulo, C. Santulli

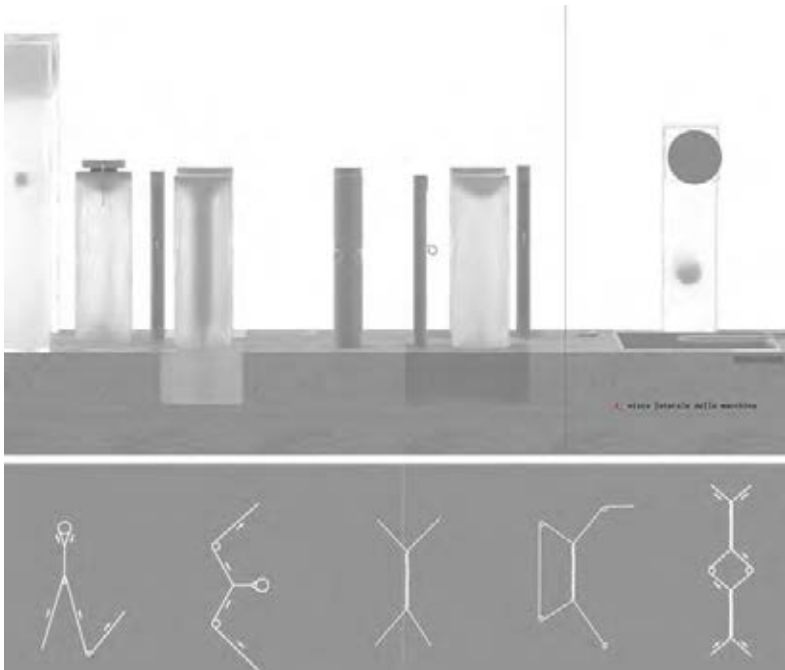
[fig. 06]
Progettazione di *Utenilia*® digitali - arcolaio - per il controllo computazionale delle frazioni di processo artigianali. Politecnico di Bari con *Pecore Attive*. R. De Silva, V. Fiorino, P. Fusillo, G. Gaustamacchia, L. Giordana, M. Loliva

A questa tipologia di ricerche fa riferimento il lavoro svolto con la start-up calabrese *Nido di seta* [6]. Partendo dall'antica tradizione bizantina di produzione della seta calabrese, Domenico Vivino, *nuovo* contadino del Sud, ritornato in Calabria, dopo la laurea in sociologia a Napoli e diverse esperienze internazionali, ha riattivato a San Floro la produzione e trasformazione della seta. La sua iniziativa ha permesso di avviare una collaborazione con la progettazione di tre moduli trasportabili e diversamente componibili di *Utenilia*®, finalizzati alla trasformazione computazionale della seta a partire dalla *trattura*, passando dalla *binatura* per giungere alla *torcitura* della fibra. Quest'ultima frazione di processo, che oggi neces-



[07]

[fig. 07]
Il processo di trattura manuale della seta, con *Nido di Seta* e Fondazione *Le Costantine*, T. Leone, M. Loprieno, B. Ruta



[08]

sita di costosi macchinari e grandi produzioni, può così essere delocalizzata, in quelle che Rossi-Doria chiamava già dagli anni Settanta le “zone interne”; può essere calibrata per piccoli lotti di produzione, secondo una riproducibilità tecnica ad altissima flessibilità, in grado di modificare *in continuum* con controllo computazionale i giri di *torcitura* per produrre tessuti dalle proprietà sensoriali ed estetiche controllabili in modo infinitesimale a partire dalla ri-progettazione del filato [fig. 07] [fig. 08].

Ulteriori ricerche in corso riguardano la riattivazione della filiera di produzione del lino autoctono pugliese nella Murgia, attorno Putignano. *Essenze di Puglia*, rete di *nuovi* contadini del Sud ha avviato una produzione di filiera circolare e sostenibile nella quale il lino e ogni suo scarto è rimesso nel processo produttivo. L'obiettivo è affiancare alla filatura artigianale un processo di filatura digitalizzata, a piccoli lotti per dare vita, come nel caso di *Nido di Seta*, a una filiera competitiva.

[fig. 08]
Progettazione di *Utenilia*® digitali per il controllo computazionale dei processi di *trattura, binatura e torcitura* della seta. T. Leone, M. Loprieno, B. Ruta

Paradigmi del design tra patrimonio e sviluppo

Oltre che per i suoi esiti estetico-formali, ciascuno di questi casi studio vale per i suoi esiti progettuali in termini di costruzione di filiere circolari e sostenibili e va letto come momento di una strategia di progetto e di trasmissione del sapere all'interno dei contesti socio-economico locali, e nei rapporti tra campagna e luoghi di produzione. Una strategia che ha come obiettivo quello di guardare al Mezzogiorno come a un contesto ideale per attivare una speciale connessione tra l'uso di tecnologie avanzate e la restituzione di nuovo senso ai valori sapienziali dei territori, alle storie radicate nei suoli del Mezzogiorno che li ha tramandati, e a quell'impegno meridionalista che ne ha articolato le possibilità di emancipazione: «i temi dell'abbandono delle terre, dell'agricoltura povera, ma con grandi potenzialità, il ritorno alla campagna, la desertificazione delle zone interne e lo sviluppo pluriculturale, si trovano ampiamente diffusi nel pensiero di Manlio Rossi-Doria» (Festa, 2021, p. 16).

Ma non era forse questo percorso già indicato nell'opera dell'economista salentino Antonio De Viti de Marco [7], a cui Salvemini dedica la raccolta dei pro-

[fig. 09]
Attestato di medaglia d'oro alla Scuola di Casamasella, oggi fondazione *Le Costantine*, Esposizione internazionale di Milano, 1906, in E. Laurenzi, cortesia di E. Coppola



[09]



[10]

[fig. 10]
Sfilata Dior Cruise 2021, Lecce

pri scritti sulla *Questione meridionale*, uscita per Einaudi nel 1955? Internazionalmente riconosciuto come il fondatore della scienza delle finanze, «nella sua battaglia per il Mezzogiorno, avversò le politiche assistenzialiste [...] per favorire uno “sviluppo naturale, graduale e autonomo” delle regioni del Sud» (Laurenzi, 2018, p. 33). A Casamassella, vicino Otranto, nella tenuta agricola gestita con la sorella Carolina De Viti de Marco «c'era un principio fisso, [...] di andare incontro alla gente aiutandola a trovare sé stessa, a lavorare in proprio sulla propria terra» (Laurenzi, 2018, pp. 36). Con questo principio sfidarono il monopolio dei cereali, sperimentarono nuove colture, tra queste la seta, il tabacco e il vino, sino a fondare quella scuola di tessitura *Le Costantine* [8] [fig.09], che ha riconquistato la ribalta internazionale con la collezione di Dior Cruise 2021 [fig. 10].

Insieme ai tessuti progettati facendo riferimento agli archivi tessili della Fondazione omonima, sfilando con un fazzoletto in testa, alla contadina, è stato saldato il debito al valore centenario di una *questione meridionale* più che mai ancora aperta e prodiga di progettualità possibili.

NOTE

- [1] «As designers we are always designing within multiple contexts at the same time: within the wider contexts of society, within the context of systems of power and oppression, within contexts of modernity and colonialism, within the context of ecological destruction as well as spatial, social and historical contexts». <https://www.designacademy.nl/p/study-at-dae/masters/contextual-design> [ottobre 2023]
- [2] <https://www.edelkoort.com/2022/07/proud-south/> [ottobre 2023]
- [3] Per la biografia sulla sua attività politica e di studioso vedi: https://www.treccani.it/enciclopedia/manlio-rossi-doria_%28Dizionario-Biografico%29/ [ottobre 2023]
- [4] Termine desueto per indicare cultura.
- [5] Piattaforma fondata dall'autore nel 2017 <http://www.inmatex.it/> [ottobre 2023]
- [6] Sito della cooperativa Nido di Seta https://www.nidodiseta.com/it_IT/ [ottobre 2023].
- [7] Dizionario biografico Treccani https://www.treccani.it/enciclopedia/de-viti-de-marco-antonio_%28Dizionario-Biografico%29/ [ottobre 2023]
- [8] Sito della fondazione di tessitrici salentine <https://www.lecostantine.it/> [ottobre 2023]

REFERENCES

- Salvemini Gaetano, *Educazione Politica* (1898), pp. 32-54, in Gaetano Salvemini, *Scritti sulla Questione Meridionale*, 1955, Torino, Einaudi, pp. 664.
- Scotellaro Rocco, "Contadini del Sud", (1954), pp.121-292, in Rocco Scotellaro, *L'uva Puttanella. Contadini del Sud*, Roma-Bari, Laterza, 2012, pp. 328.
- Salvemini Gaetano, *Scritti sulla Questione meridionale (1896-1955)*, Torino, Einaudi, 1955, pp. 664.
- Maldonado Tomás, *La speranza progettuale*, Torino, Einaudi Editore, 1970, pp. 153.
- Maldonado Tomás, *Progetto per la creazione nel Mezzogiorno di un Istituto Superiore per la progettazione e la ricerca ambientale (ISPR) Roma 1987*, pp. 336-339, in Silvia Pertempi, Aldo Musacchio, Manuela Ruggeri (a cura di), *L'azione del Forze per la tutela, la gestione e la valorizzazione delle risorse ambientali*, vol. IV. Roma, Romana Editrice, 1991, pp. 495.
- Cassano Franco, *Il pensiero meridiano*, (1996), Roma-Bari, Laterza, 2005, pp. 142.
- Carullo Rossana, Pagliarulo Rosa, "Matera anni settanta: Cooperativa Laboratorio Uno S.r.l. Design e formazione nel Mezzogiorno d'Italia", in *AI&S design. Storia e ricerche*, n. 2, 2013, pp. 1-7.
- De Fusco Renato, *Design e mezzogiorno d'Italia*, Bari, Progedit, 2015, pp. 202.
- Zoppi Sergio, *Pietre di confine. Personali apprendimenti*, 2015, Soveria Mannelli, Rubettino Editore, pp. 222.
- Carullo Rossana, Pagliarulo Rosa, *Interior | Design. Action on surfaces. International Exhibition. TransHumans. A New Humus for textile identity*, Soveria Mannelli, Rubettino Editore, 2018, pp.179.
- Laurenzi Elena, *Fili della trasmissione. Il progetto delle donne De Viti de Marco - Starace nel Salento del Novecento*, Lecce, Edizioni Grifo, 2018, pp. 278.
- Maldonado Tomás, "È attuale il Bauhaus?/1", (1963), pp. 45-53, in Raimonda Riccini (a cura di), Tomás Maldonado, *Bauhaus*, Milano, Feltrinelli, 2019, pp. 154.
- Carullo Rossana, Labalestra Antonio, "Folclore e delitto. Il design tra artigianato, usanze e ritualità nelle stratificazioni delle culture folcloriche nel Mezzogiorno d'Italia", in *Md Journal*, n. 7, 2019, pp. 22-35.
- Carullo Rossana, "Design di processo e imprese artigiane. Verso la costruzione di un modello meridiano", pp. 51-66, in Dario Russo, Paolo Tamborrini (a cura di), *Design & territori. Università e aziende tra sperimentazione e innovazione*, Palermo, New Digital Frontiers, 2019, pp. 200.
- Carullo Rossana, "Da terreni fertili a semenzai: design e formazione", in *SI Southern identity*, n. 10, 2020, pp. 61-81.
- Carullo Rossana, "Ri_conizzazione. Dall'Encyclopédie al computazionale: diacronie di processo per il potenziamento percettivo di superfici tessili coniche", pp. 104-109, in Maria Antonietta Sbordone (a cura di), *Discronie: la moda oltre i fenomeni del contemporaneo*, Trento, List Lab, 2020, pp. 258.
- Festa Gianni, "Il sud del professore e delle competenze", pp.15-17, in Gianni Festa, Giuseppe Iuliano, Paolo Saggese (a cura di), *Da Matera a Portici per raccontare il Sud. Rocco Scotellaro tra Manlio Rossi-Doria e Carlo Levi*, Grottaminarda, Delta3 Edizioni, 2021, pp. 230.
- Rossi-Doria Manlio, "Contadini del Sud. Prefazione", (1954), pp. 93-113, in Gianni Festa, Giuseppe Iuliano, Paolo Saggese, *Da Matera a Portici per raccontare il Sud. Rocco Scotellaro tra Manlio Rossi-Doria e Carlo Levi*, Grottaminarda, Delta3 Edizioni, 2021, pp. 230.
- Carullo Rossana, Lucibello Sabrina, Santulli Carlo, Langella Carla, Labalestra Antonio, Pagliarulo Rossana, "Nobili(s)-tate patrimoni: dalla Pinna Nobilis al Mitilus Edulis, verso una convergenza tra design, scienza e humanities", pp. 536-547, in Cinzia Ferrara, Claudio Germak, Lorenzo Imbesi, Viviana Trapani (a cura di), *Design per connettere. Persone, patrimoni, processi*, Palermo, Editrice SID, 2022, pp. 835.
- Edelkoort Lidewij, Tedde Lili, Lopez Mariño Mariola, *Proud South*, Paris, Edelkoort Editions, 2022, pp. 423.
- Design Academy Endhoven, sito web <https://www.designacademy.nl/p/study-at-dae/masters/contextual-design> [ottobre 2023].

AtelieRwanda, design e fibre vegetali

Bilancio di un'esperienza

Massimo Brignoni

Università degli Studi della Repubblica di San Marino,
Dipartimento di Economia, Scienze, Ingegneria e Design
m.brignoni@unirmsm

Il contributo ripercorre le tappe di avvio del progetto di ricerca *AtelieRwanda* per verificarne a posteriori gli aspetti metodologici e le ricadute socio-economiche sulle comunità locali. *AtelieRwanda, Tradition and Innovation in Vegetable Fiber's Design* nasce con l'intenzione di sperimentare nuovi modelli di sviluppo sostenibile attraverso la formazione, la ricerca e l'individuazione di processi innovativi da applicare localmente. Grazie alla creazione di un laboratorio di ricerca permanente a Kigali in Ruanda, e al coinvolgimento diretto delle Istituzioni e delle associazioni locali, il progetto ha verificato le potenzialità dell'approccio sistemico a un'innovazione che consideri gli aspetti sociali, ambientali, etici, culturali ed economici di una comunità.

Cooperazione internazionale
Design di Comunità
Cultura materiale ed immateriale,
Artigianato
Design e tradizione

The contribution retraces the research project AtelieRwanda starting phases to verify ex post the methodological aspect and socio-economic impacts on local communities. AtelieRwanda, Tradition and Innovation in Vegetable Fiber's Design has born with the intention to experiment new sustainable developing models through education, research and identification of innovative processes to be applied locally. Through the creation of a permanent research lab in Kigali, Rwanda, and the direct involvement of local institutions and associations, the project tested the potential of the systemic approach to an innovation that takes into account the social, environmental, ethical, cultural and economic aspects of a community.

*International Cooperation
Community Design
Material and immaterial culture
Crafts
Design and Tradition*

Il progetto *AtelieRwanda, Tradition and Innovation in Vegetable Fiber's Design* si avvia nel 2009 in Ruanda e fa parte di un più ampio percorso che ha visto impegnato il gruppo di ricerca *Design di Comunità* del Corso di laurea in Design dell'Università degli Studi della Repubblica di San Marino [1]. Formatosi sin dai primi anni 2000 presso l'Università Iuav di Venezia, il gruppo [2] ha indagato il ruolo del design nei processi di valorizzazione delle culture locali attraverso la sperimentazione di modelli di sviluppo sostenibile, sia nell'ambito della cooperazione internazionale, sia in quello dei più consueti (per noi) territori interni e periferici. Comune ai fondatori del gruppo di ricerca è stato, ed è ancor oggi, un approccio alla disciplina del Design con forti legami con le teorie del Design Sociale, formulate fin dagli anni Settanta da Victor Papanek con il suo prezioso libro *Design for the Real World, Human Ecology and Social Change* (Papanek, 1971). Un design attento alle questioni sociali ed ambientali, orientato alla soluzione di problemi reali, all'uso sostenibile di risorse e materiali locali e rispettoso delle tradizioni e delle culture delle comunità marginali. Fin dai primi progetti di ricerca nell'ambito della cooperazione internazionale, sviluppati – tra il 2000 e il 2007 – in Vietnam, in Bangladesh e in Senegal, tale approccio ci ha indirizzati a verificare il tipo di contributo che il design poteva offrire alla crescita sociale ed economica di quelle realtà che al tempo venivano chiamati “paesi in via di sviluppo” [3], inserendoci nell'ampio dibattito della ricerca intorno al ruolo della disciplina del design in termini di sperimentazione, classificazione e teorizzazione di modelli di supporto allo sviluppo e di trasferimento tecnologico e di conoscenza. A partire da quei progetti, sino ai più recenti orientati alla valorizzazione dei nostri territori interni della Val Marecchia o di design rigenerativo per i micro-territori e le piccole città fortificate [4], è aumentata la consapevolezza nel nostro fare ed agire, che ci ha resi più convinti che per favorire lo sviluppo e apportare innovazione non si possano tenere separati gli aspetti sociali, ambientali, etici, culturali ed economici di una comunità.

L'attualità di questi temi dimostra come, in quanto designer, il nostro impegno verso la società e l'ambiente non possa che essere di tipo politico, attraverso l'apporto di nuovi modelli e scenari per uno sviluppo più sostenibile ed inclusivo; non è un caso che proprio a cinquanta anni dalla sua prima edizione il libro del 1971 di Victor Papanek sia oggi riedito a cura di Alison J. Clarke e Emanuele Quinz (Quodlibet, 2022), o che il *Vitra design museum* abbia organizzato nel 2019 una retrospettiva del suo la-

voro con la mostra *Victor Papanek: the politics of design*. Ciò che agli inizi ci ha accumulati, nei progetti di ricerca in ambito di cooperazione internazionale, è stato l'interesse verso il ruolo del sapere artigianale come capacità tecnica e produttiva stratificata nel tempo, e quello verso le fibre naturali reperibili localmente come materia prima base per la realizzazione di manufatti; materie prime e saperi artigianali sono peculiari di ogni luogo ed insieme contribuiscono a definirne l'identità. La presenza di un materiale naturale o di una fibra vegetale specifica e la capacità dell'uomo di riconoscerla, adottarla e trasformarla, attraverso l'affinamento di tecniche peculiari, rappresentano, insieme ad altri un valore non solo identitario, parti delle invarianti dell'identità (Follesa, 2021), ma anche veri e propri patrimoni del saper fare che possono rappresentare un asset per uno sviluppo sostenibile che nasca internamente. È per questo motivo che i primi progetti in Vietnam e Bangladesh si sono concentrati intorno alla produzione locale artigianale legata alla pianta del bambù, che in quei luoghi si è evoluta in una raffinata sapienza di lavorazione e trasformazione e nel tempo in vera e propria arte tecnica.

Il progetto *AtelieRwanda* prende l'avvio nel 2008 sotto la responsabilità scientifica del professor Gaddo Morpurgo, allora Direttore del Corso di laurea in Design dell'Università della Repubblica di San Marino e per il tramite di una sollecitazione del Club Soroptimist di San Marino che, rivolgendosi al gruppo di ricerca, indicava la necessità di salvaguardare la trasmissione dei saperi artigianali locali in Ruanda ed in particolare una delle tecniche proprie dell'artigianato femminile più interessanti della cultura Ruandese, la lavorazione tradizionale *Ububoshiyi bu'uruhindu*. Questa tecnica è uno dei metodi di lavorazione degli Agaseke [fig. 01], gli iconici cesti tipici dell'artigianato locale e simboli per eccellenza della cultura e della società ruandese che, non a caso, ha scelto di raffigurarli nell'emblema della Repubblica del Ruanda. Uno dei problemi era che esistevano poche artigiane ancora in grado di padroneggiare l'antica tecnica, le quali operavano ai soli fini dimostrativi per i turisti in visita all'interno del Museo Nazionale del Ruanda.

Proprio con lo scopo di ricostruire una catena del sapere artigianale intorno a questa antica e peculiare tecnica, il Soroptimist International aveva finanziato e realizzato nella capitale Kigali il Centro di accoglienza e formazione San Marco di Kanombe. La realizzazione di cesti e le varie tecniche di tessitura di fibre naturali, sia per finalità estetiche che funzionali, rappresentano ancora oggi l'espressione materiale più caratteristica dell'artigianato



[01]

ruandese. Una lavorazione sapiente, ricca di motivi geometrici propri della simbologia e della cultura del Ruanda, che estende la sua azione dalle suppellettili all'architettura della capanna della famiglia reale. Nonostante la modernizzazione e l'importazione di beni di consumo occidentali, ancora oggi l'artigianato ed i mestieri tradizionali rivestono un importante ruolo socio-economico, soprattutto nelle aree rurali dove rappresentano una delle principali fonti di reddito e sono tramandati e tenuti in vita da centri di formazione e cooperative.

Partendo da questa prima sollecitazione il gruppo di ricerca ha pensato che l'approccio sistemico fosse il più consono alle attività da organizzare sul posto, al fine di creare le condizioni necessarie ad una condivisione dell'innovazione da attuare localmente. Infatti, il programma di intervento ha previsto che i gruppi di lavoro si insediassero e le attività di ricerca e di sviluppo dei progetti si svolgessero in gran parte localmente e con la

[fig. 01]
Agaseke, cesti
tipici della cultura
artigianale
ruandese

collaborazione dell'Università locale, Kigali Institute of Science and Technology, proprio nel Centro San Marco la cui vocazione legata alla formazione era stata ben delineata dal Club Soroptimist locale.

Tali riflessioni emergevano dalla maturata convinzione che, per definire un corretto ruolo del design nei paesi emergenti, il dibattito su metodi, modalità e funzioni dovesse nascere localmente ed internamente, direttamente in quei paesi in cui questo ruolo si promette di farsi promotore di sviluppo [5]. Proprio in quegli anni, Lorenzo Imbesi, oggi ordinario di Design presso La Sapienza Università di Roma, ci ricordava che esistono molti modi di occuparsi delle necessità dei paesi in via di sviluppo ma di sicuro, affinché il contributo del designer possa intendersi efficace, è indispensabile che egli trascorra del tempo sul posto, sviluppi e metta a sistema in quel luogo progetti utili alla comunità locale e, ancor più, si occupi della formazione di nuovi designer affinché il suo si possa intendere come un vero e proprio “progetto-seme” (Imbesi, 2009).

Confrontarsi quotidianamente con le problematiche legate ad uno specifico territorio ci mette nelle condizioni di prendere coscienza delle reali esigenze e delle corrette dinamiche da seguire. Con la collaborazione, il coinvolgimento e la creazione di strutture locali per la formazione si può promuovere una cultura del progetto che, nel tempo sempre più autonomamente, potrà provvedere a stimolare istituzioni e ambiti produttivi verso uno sviluppo misurato sul luogo (Bonsiepe, 1985; Maldonado, 2008).

Il progetto di ricerca *AtelieRwanda* si è posto quindi l'obiettivo di realizzare in quel Paese un laboratorio per la formazione e la ricerca che favorisse occasioni di confronto per studenti e docenti europei ed africani e si focalizzasse sulle capacità lavorative e l'uso di materie prime naturali locali, Una tipologia di approccio al progetto che si potrebbe ascrivere, tra le tre tipologie *nel/del/per*, a quella del “*design nel territorio*” (Parente & Sadini, 2017); in termini infatti di sviluppo locale, il territorio si fa contesto del progetto e le sue risorse (capitale territoriale), quali materiali disponibili e saperi artigianali, divengono oggetto dell'intervento per lo sviluppo di economie sostenibili.

Il progetto ha preso l'avvio con un primo viaggio esplorativo e conoscitivo dell'identità e dei territori ruandesi, con l'intenzione di mappare sia la presenza e disponibilità di materiali naturali in uso nella tradizione sia le competenze e le tecniche produttive degli artigiani locali. Tale mappatura ci ha permesso di individuare cinque specificità locali e cooperative artigianali da coinvolgere atti-



[02]

vamente nello sviluppo del progetto. In particolare, oltre alla capitale Kigali, dove ci siamo insediati nel Centro di accoglienza e formazione San Marco e dove abbiamo avviato ufficialmente le relazioni e la collaborazione con il Kist, Kigali Institute of Science and Technology, abbiamo individuato quattro interessanti distretti: la città di Butare, sede del Museo Nazionale del Ruanda dove l'antica e originale lavorazione Ububoshi bu'uruhindu veniva tramandata a fini dimostrativi; la città di Gitarama, dove si trovano le cooperative più strutturate ed attive nella produzione artigianale di oggetti destinati al mercato interno ed esterno; la città di Gyseni, dove è diffusa la coltivazione e l'uso del bambù insieme ad immense distese di piantagioni di banana, e dove è insediato il Centro di formazione per la lavorazione dei tessuti gestito dal Club Soroptimist; e infine Kibuye, distretto con decine di cooperative dedite alla produzione del famoso caffè ruandese. Le cooperative rivestono un importantissimo ruolo non solo nell'organizzazione e strutturazione della produzione e vendita dell'artigianato locale, garantendo economie integrative agli abitanti delle aree rurali interne, ma anche nella trasmissione dei saperi e nella formazione professionale, contribuendo alla salvaguardia della storia, dell'identità e della cultura materiale locale. È facile quindi immaginare come nei programmi di cooperazione internazionale come *AtelieRwanda* esse rappresentino degli interlocutori privilegiati per l'intero sviluppo del progetto.

Al rientro e dopo un'attenta pianificazione si è deciso di concentrare le prime attività su due tematiche dal grande potenziale per l'attivazione di dinamiche economiche virtuose interne: la rivalutazione della tecnica tradizionale di produzione e lavorazione artigianale Ububoshi bu'uruhindu, per la realizzazione di prodotti ad alto valore commerciale e la sperimentazione di nuove tecnologie

[fig. 02]
Erba intarata,
uruhindu
per la lavorazione
e tecnica
di intreccio a
spirale



[03]



[04]

[fig. 03]
Prime ipotesi di gioielli nel workshop
di Brignoni

[fig. 04]
Prime ipotesi di gioielli nel workshop
di Gmeiner

nell'uso delle fibre vegetali, in particolare la fibra di banana, per la realizzazione di semilavorati per l'industria delle costruzioni destinati al mercato interno.

Nel primo caso la lavorazione artigianale si serve di un'unica fibra naturale l'*Intaratarà*, una diffusa erba palustre locale, e di un unico strumento l'*uruhindu*, con il quale l'erba viene sfibrata e lavorata. La particolare tecnica di intreccio richiede sapienza nella lavorazione e moltissimo tempo nella fase realizzativa [fig. 02]; ne derivano opere dalla straordinaria fattura e dai raffinati intrecci, che ricordano più degli oggetti preziosi che non oggetti di uso quotidiano. Un tipico cestino Agaseke alto venti centimetri può richiedere fino ad una settimana di lavoro di un'artigiana, ne consegue che, per rendere congruo ed economico il lavoro, è necessario individuare categorie di prodotto con un alto potenziale di valore aggiunto come il gioiello, sicuri che il potere evocativo della cultura materiale che rappresenta possa contribuire ad esaltarne la preziosità.

Nel secondo caso, relativo all'utilizzo della foglia di banana, il mercato immobiliare, allora in fortissima espansione, sembrava ricercare modelli costruttivi e tipologici propri della cultura occidentale, con un dominio dilagante di laterizio e cemento, relegando le tradizionali e più sostenibili tecniche di costruzione edilizia in terra cruda e con ampio uso di fibre vegetali a tipologie povere e di scarso interesse. Le piantagioni di banana, che annualmente producono tonnellate di scarti dovuti alle potature delle foglie, vengono usati principalmente per l'oggettistica ma, essendo piante le cui fibre sono estremamente interessanti per le caratteristiche fisiche e meccaniche, si è inteso sperimentarne le possibilità applicative in un campo inedito come quello delle componenti edilizie.



[05]

[fig. 05]
Sperimentazioni
con le fibre del
banana



[06]

Nel settembre del 2008 vengono avviati all'interno del Corso di laurea in Design dell'Università di San Marino i primi workshop esplorativi di progetto (Brignoni, Zito, 2009). Organizzati in due gruppi di lavoro, gli studenti hanno affrontato il tema del gioiello cercando di apportare innovazione rispetto a due ambiti ben specifici; nel workshop tenuto da chi scrive si sono esplorate nuove possibilità di realizzazione della tecnica di intreccio, in particolare la possibilità di andare oltre il tipico andamento a spirale e circolare per sperimentare tecniche più vicine a quella del telaio, andamento destra sinistra [fig. 03], mentre nel workshop di Gabriele Gmeiner ci si è focalizzati sulle possibilità di innovazione tipologica attraverso l'interpretazione delle forme e dei segni tipici della tradizione ruandese [fig. 04].

Nel corso di un ulteriore workshop, tenuto dal designer Matteo Borghi, si è invece sperimentato partendo dalle caratteristiche intrinseche delle parti che compongono sia la pianta sia le foglie del banano. Separando le componenti ed utilizzandole secondo regole di ricomposizione formale e tecnica, anche attraverso l'individuazione di processi innovativi, è stato possibile ottenere materiali prefiniti con prestazioni meccaniche di assoluto interesse [fig. 05].

Questi primi, promettenti risultati, con la ricchezza delle soluzioni progettuali individuate, hanno posto le basi per avviare, nel settembre 2009, il primo laboratorio di ricerca e progetto a Kigali in Rwanda; con il coinvolgimento di

[fig. 06]
Lavoro e
sperimentazioni

26 studenti e 10 docenti, in egual numero italiani e ruandesi, affiancati da quattro artigiane, due più esperte e due apprendiste più giovani, prendeva così l'avvio il progetto AtelieRwanda presso il Centro di accoglienza e formazione San Marco.

Superato lo scoglio della comprensione linguistica si sono formati i gruppi di lavoro sulle due tematiche di progetto. I gruppi hanno iniziato a lavorare e sperimentare insieme, approfondendo le tecniche e l'uso degli strumenti della tradizione e appropriandosi, con l'aiuto delle artigiane, dei processi produttivi e dell'arte dell'intreccio [fig. 06]. Si è così costituita una vera e propria comunità del fare, una «comunità allargata nella geografia e nei ruoli [...] ambiente privilegiato per lo sviluppo di azioni e politiche *design-oriented* finalizzate alla riscoperta e allo sviluppo delle culture materiali e delle tradizioni artigianali» (De Giorgi, Coraglia, 2019, p. 37).

Non senza difficoltà di interlocuzione tra studenti, docenti e artigiane, dovuti principalmente alle modalità compositive e tecniche fuori dagli schemi della tradizione, si è giunti ugualmente a condividere pienamente un percorso di sperimentazione comune. La contaminazione culturale tra studenti e docenti, il confronto diretto tra progettisti e artigiane – in cui è impossibile scindere il percorso ideativo da quello realizzativo – hanno fatto crescere in ognuno la consapevolezza di essere parte di un processo unico ed innovativo e che ha portato, nei mesi successivi, alla realizzazione dei primi gioielli [fig. 07] [fig. 08] che verranno esposti nel 2010 in occasione della prima partecipazione della Repubblica del Ruanda alla 12ma Mostra Internazionale di Architettura, Biennale di Venezia (Scholl-Sabbatini, Morpurgo, 2010).

Anche la sperimentazione con le fibre di banano ha dato i suoi frutti, tracciando nuove e possibili linee di ricerca e prefigurando applicazioni per innovativi e più sosteni-

[fig. 07]
Uno tra i primi
gioielli realizzati



[07]

bili elementi tipologici e costruttivi [fig. 9]. In particolare, il pannello isolante “Musa” nato da una tesi di laurea dell'allora neolaureata Eugenia Morpurgo che, attraverso un processo semi-industrializzato, ha impiegato il gambo delle foglie e la corteccia per creare pannelli dalle dimensioni e spessori variabili [fig. 10].

Dal 2010, grazie all'impegno del responsabile scientifico, il professor Gaddo Morpurgo, il progetto di cooperazione *AtelieRwanda* è proseguito e nei successivi 4 anni, ha coinvolto in laboratori e workshop di progetto centinaia di studenti e decine di docenti internazionali in attività in Italia e Ruanda e ha visto l'istituzione di un Master dedicato nato dalla collaborazione delle Università Iuav di Venezia, Genova e Firenze, il Master Internazionale per la cooperazione e lo sviluppo sostenibile.

Dal 2011, all'interno del Centro di accoglienza e formazione San Marco di Kigali si struttura la Cooperativa Agatako Rwanda, fondata inizialmente dalle artigiane che hanno preso parte al progetto *AtelieRwanda*; aiutate dalle designer Alice Cappelli ed Eugenia Morpurgo viene sviluppata una nuova collezione, *NYANZAbijou* [6], composta di 4 linee di gioielli.

Nel 2013 la prima serie di gioielli viene esposta al Museo Nazionale del Ruanda in onore di tutte le donne ruandesi e la Agatako viene premiata come miglior cooperativa del Ruanda. Attualmente la cooperativa conta 18 artigiane e commercializza i propri prodotti sia nel mercato interno che in quello estero.

Il progetto *AtelieRwanda* ha rappresentato principalmente il tentativo e la volontà di superare un approccio monodirezionale Nord verso Sud, tipico di molti progetti di cooperazione internazionale e volto all'esportazione di



[08]

[fig. 08]
Uno tra i primi gioielli realizzati



[09]



[fig. 09]
Componenti edilizie in fibre di banana

modelli di sviluppo precostituiti. Un progetto educativo per tutti i partecipanti, dove formazione, ricerca localizzata e collaborazione all'individuazione di processi innovativi da applicare localmente, sono state le chiavi di un diverso intendimento della cooperazione, dell'operare “con”, che vuol dire necessariamente operare insieme e non può che essere dialogo, incontro, relazione (Guerra, 2012).

Oggi con i mutati contesti globali e di sviluppo, con condizioni sociali, ambientali ed economiche in continuo mutamento, la progettualità e la ricerca non possono che essere orientate nel favorire la riscoperta dei valori fondativi materiali ed immateriali su cui le comunità locali di ogni latitudine possano ricucire e ricostruire le proprie identità e i propri percorsi di crescita e sviluppo. Cooperare a livello internazionale comporterà necessariamente un cambio di paradigma, dal concetto di aiuto a quello di reciprocità, «attraverso la crescita di reti di scambio di esperienze, progetti, strutture di ricerca, formative e informative fra progetti locali che tenga conto in modo gerarchico delle relazioni Sud-Sud, Sud-Nord, Nord-Sud, Nord-Nord» (Magnaghi, 2010, p. 293).

AtelieRwanda, mettendo al centro le relazioni di reciprocità tra le comunità coinvolte, ha espresso proprio questa tipologia di progettualità e, ancorché datato, risulta ancora oggi un modello interessante e di assoluta attualità.

[10]



[fig. 10]
Pannello Musa

NOTE

[1] Vedi <https://design.unirms.sm/ricerca/aree-di-ricerca> e <https://ddc.unirms.sm> [ottobre 2023]

[2] Gruppo di ricerca fondato dai professori Gaddo Morpurgo, Riccardo Varini e Massimo Brignoni poi estesosi nel tempo ad altri componenti.

[3] Oggi, nell'epoca del post-sviluppo, questo termine mostra tutta la sua inadeguatezza sottintendendo, secondo il modello Nord-centrico globale di allora, uno stretto legame tra lo sviluppo di un paese ed il suo Prodotto interno lordo. «L'idea che il percorso di sviluppo intrapreso altrove sia ciò che – come africani – dobbiamo perseguire è essenzialmente imperialista, impiegata per giustificare prima il colonialismo, poi il neocolonialismo e, infine, il neoliberismo» (Bassegy, 2019, p. 59).

[4] <https://stretchtheedge.unirms.sm> [ottobre 2023]

[5] Forse con presunzione, ma sicuramente in buona fede, accostandoci a modelli internazionali sperimentati sin dagli anni Cinquanta da più importanti strutture Universitarie, Istituzioni ed intellettuali nell'avviare progetti di delocalizzazione della formazione nei paesi emergenti; tra i primi, l'apporto in Brasile di Tomás Maldonado e altri docenti della scuola di Ulm, tra cui Max Bill e Gui Bonsiepe, che dal 1953 con-

tribuirono alla fondazione della Escola Técnica de Criação, fino all'istituzione nel 1962 della prima scuola di design del paese, Escola Superior de Desenho Industrial (Esdi) o Charles e Ray Eames che, invitati dal governo indiano, posero le basi per la fondazione del National Institute of Design (Nid) ad Ahmedabad.

[6] Catalogo completo <https://issuu.com/alicecappelli7/docs/ndicollectionbrochure> [ottobre 2023]

REFERENCES

Papanek Victor, *Design for the Real World. Human Ecology and Social Change*, Toronto, Bantam, **1971**, pp. 394.

Bonsiepe Gui, *Dall'oggetto all'interfaccia: Mutazioni del Design*, Milano, Feltrinelli, **1995**, pp. 264.

Maldonado Tomás, *Design industriale: un riesame*, Milano, Feltrinelli, **[1976] 2008**, pp. 128.

Imbesi Lorenzo, *Etica e Design riflessioni*. Roma, Roma Design Più, **2009**, pp. 152.

Brignoni Massimo, Zito Marco (a cura di), *Smud 5, Materiali e unità di intervento nel sud del mondo*, Unirms, **2009**, https://issuu.com/unirmsdisegnoindustriale/docs/smud_5

Magnaghi Alberto, *Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo*, Milano, Torino, Bollati Boringhieri, **[2010] 2022**, pp. 344.

Scholl-Sabbatini Bettina, Morpurgo Gaddo (a cura di), *Rwanda, Tradition and Innovation in Vegetable Fibres' Design*, Venezia, Università IUAV di Venezia, **2010**, pp. 199.

Guerra Luigi, *Giocattolo e ambiente*, pp. 15-19, in Brignoni M. (a cura di), *Made in RDC. Istruzione, produzione artigianale, design nella Repubblica Democratica del Congo*, San Marino, Guardigli Editore, **2012**, pp. 97.

Parente Marina, Sedini Carla, "Design for Territories as Practice and Theoretical Field of Study", in *The Design Journal*, vol. 20, pp. 53047-53058, **2017**.

Bassegy Nnimmo, *Spezzare le catene dello sviluppo*, in Kothari A., et al., (a cura di), *Pluriverso, Dizionario del post-sviluppo*, Nocera Inferiore (SA), Orthotes Editrice, **2019**, pp. 500.

De Giorgi Claudia, Coraglia Valentina, "Fare design e artigianato", in *MD Journal*, n. 7, *Design & new craft*, **2019**, pp. 36-45.

Follesa Stefano, *Il progetto Memore*. Firenze, Firenze University Press, **2021**, pp. 236.

Papanek Victor, *Design per il mondo reale. Ecologia umana e cambiamento sociale*, Macerata, Quodlibet, **2022**, pp. 432.

Dalla filiera alimentare al textile design

Eleonora Trivellin

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura
eleonora.trivellin@unife.it

L'attenzione del design alla riduzione e al reimpiego degli scarti e dei prodotti secondari di lavorazione inerenti alla filiera alimentare, è in continua crescita.

Prima della rivoluzione industriale la produzione agroalimentare e quella tessile avevano diversi elementi di contatto che sono andati quasi del tutto perduti soprattutto con l'avvento delle fibre artificiali.

In Italia e in Europa la lana autoctona, come prodotto secondario della lavorazione del latte e della carne, ha perso quasi completamente il proprio valore commerciale.

Si riportano alcune esperienze e valutazioni su come le lane possono dare origine a processi di design sistemico e a prodotti sostenibili rappresentando i caratteri identitari dei territori di provenienza.

Design
Territori
Sostenibilità
Filieri integrate
Lana

Design's attention to the reduction and re-use of waste and secondary processing products, inherent to the food supply chain, is constantly growing.

Before the industrial revolution, agri-food and textile production had various elements of contact which were almost completely lost, especially with the advent of artificial fibres.

In Italy and Europe, native wool, as a secondary product of milk and meat processing, has almost completely lost its commercial value.

Some experiences and evaluations are reported on how wools can give rise to systemic design processes and sustainable products, representing the identity characteristics of the territories of origin.

Design
Territory
Sustainability
Integrated supply chains
Wool

Nota sul punto di osservazione

La filiera tessile e moda è caratterizzata da una notevole estensione che, dalla produzione e selezione del materiale, arriva al prodotto di abbigliamento o di arredo coinvolgendo competenze di diversa natura.

Gli operatori del settore sono concordi nel ritenere che una parte rilevante della qualità del prodotto finale è rappresentata dai semilavorati: filati e tessuti. Accanto a questo aspetto vanno considerate le caratteristiche simboliche, estetiche ed ambientali che solo in parte sono da ritenersi collegate agli elementi materiali. Partiremo dal punto mediano, quello della progettazione del tessuto, per sviluppare alcune considerazioni.

Brevi osservazioni numeriche

I consumi compulsivi dell'abbigliamento, provocati da cicli temporaneamente sempre più serrati e sempre più indipendenti dalla stagionalità, non sono l'unica causa del fatto che la moda è la seconda filiera più inquinante del pianeta. Non meno importante è la mutazione della natura dei materiali utilizzati. Ancora oggi la tendenza appare quella di un aumento di produzione delle fibre sintetiche rispetto a quelle naturali.

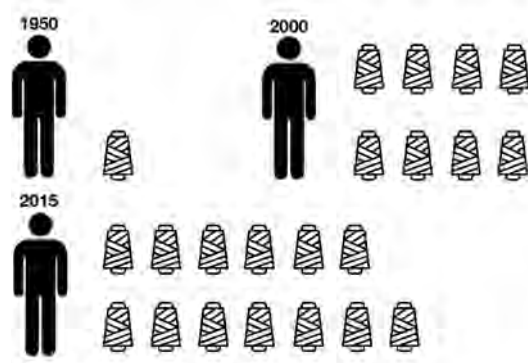
Tra il 1950 e il 2000 la produzione di fibre tessili è aumentata di otto volte e, contemporaneamente si registra un aumento di sintetici a scapito delle fibre biodegradabili.

Secondo l'Associazione fibre artificiali e sintetiche la produzione mondiale di fibra grezza man made è passata in venti anni dal 51% al 76% a scapito del cotone e della lana e, in generale delle altre fibre naturali. I cambiamenti si misurano anche attraverso i consumi pro-capite che «sono cresciuti negli ultimi quindici anni dai circa otto chilogrammi per abitante nel 2000 ai circa 13 nel 2015 (+68%), più di quanto siano aumentati nei quaranta anni precedenti» (Ricchetti, 2017, p. 12) [fig. 01] [fig. 02].

Dal 1995 al 2015, sulla totalità delle fibre prodotte si è passati dal 46% al 23% per la produzione del cotone e per la lana dal 3% al 1%. La produzione della lana in tonnellate è rimasta pressoché costante e quella del cotone è aumentata (<https://slideplayer.it/slide/15181690/>).

In estrema sintesi si ha un sostanziale spostamento di produzione verso le fibre man made maggiormente impattanti. La lunghezza della filiera tessile alla quale abbiamo già accennato, ha portato ad una generale delocalizzazione. I modelli economici e produttivi attuali hanno esasperato un'impostazione insita in questo tipo di produzione inserendo poi elementi materiali e immateriali che, agendo principalmente sull'aumento della complessità dei bisogni, hanno aggravato la situazione ambientale.

[01]



[fig. 01]
Crescita del consumo di filato pro capite

Assistiamo allo spostamento di grandi quantità di materiali da un continente ad un altro. In particolare la lana sembra subire uno strano destino muovendosi su rotte che vanno dall'Australia all'Italia e dall'Italia alla Cina; e tali rotte individuano gerarchie di materiali e di lavorazioni. (Magni p. 60). Più in particolare in Italia si trasforma lana di prima qualità proveniente dalla Nuova Zelanda e dall'Australia e si esporta verso la Cina e l'India quella poca lana scadente che si riesce a commercializzare. Non è solo il prodotto di eccellenza per qualità della materia e lavorazione a spostarsi (come del resto è sempre successo) ma anche quello di qualità più scadente per essere lavorato dove la manodopera ha un costo più basso.

L'analisi dei dati ISTAT del decennio 2011-2021 sembra confermare ciò che è stato scritto mettendo in evidenza la crescita della lavorazione dei semilavorati in lana e in fibre naturali, e la diminuzione della lavorazione delle lane grezze.

Per quanto riguarda il settore allevamento e agricoltura sono pressoché costanti la produzione di carne e di latte di pecora.

Si registra un incremento dei prodotti ricavati dalla trasformazione della frutta in particolare di mele e uva e, conseguentemente, degli scarti delle lavorazioni di queste filiere. Dato di qualche interesse è quello della crescita della lavorazione delle fibre vegetali non filate come la paglia, che possono andare ad affiancare altri materiali come il legno per la realizzazione di arredi, complementi, accessori o imballaggi.

Aumenta quindi la disponibilità degli scarti della frutta da cui si possono produrre semilavorati a base cellulosica, e aumenta anche la quantità del materiale vegetale non filato; rimane costante la produzione di lana ma ne diminuisce la lavorazione del materiale grezzo.

Filiera alimentare e filiera tessile: perché rafforzarne i legami

Va ricordato che le specie addomesticate dall'uomo di vegetali ed animali sono rimaste le stesse rispetto 10.000 anni fa. Sembra quindi più probabile che per migliorare prestazioni e caratteristiche si possa agire sui processi di lavorazione piuttosto che sul cambiamento delle materie naturali lavorabili (Grataloup pp. 24-25). I settori dell'agroalimentare e del tessile-moda sono due dei pilastri su cui poggia gran parte dell'idea di *Made in Italy* nel mondo. Anche per questo trovare connessioni produttive importanti potrebbe avere un significato strategico [fig. 03]. Lavorare alla riduzione dei rifiuti dell'industria alimentare significa lavorare sulla riduzione dello spreco di risorse come acqua, suolo, energia e manodopera (Calcagnini, Magarò, Mariani).

Nella filiera alimentare ormai sono presenti molti esempi che localizzano la produzione con l'obiettivo di migliorare la qualità dei prodotti e diminuire l'impatto ambientale e con esso gli scarti di lavorazione. Il passaggio mira a favorire una produzione non intensiva e può trovare il suo corrispettivo in un artigianato evoluto.

Tale modello risulta applicabile anche per il mondo tessile. Vanno però segnalate alcuni elementi:

- un avvenuto allontanamento tra la filiera tessile e quella alimentare iniziato con la rivoluzione industriale e incrementato, fino ai nostri giorni, con una gestione



[02]

[fig. 02]
La percentuale di filati prodotti secondo le diverse tipologie



[03]

dei prodotti secondari che frequentemente sono stati declassati a scarti.

- Una diversa lunghezza dei processi delle due filiere dove quella del tessile risulta essere più lunga e generalmente non collocata interamente in territori di prossimità.

Storicamente i sottoprodotti principali della produzione alimentare che poi entravano a fare parte della filiera tessile e abbigliamento sono stati la lana, i pellami, gli scarti della lavorazione dei cereali.

Se per circa due secoli è diminuito fino a perdersi quasi del tutto l'interesse a lavorare questi materiali, recentemente si può riscontrare un cambio di mentalità e, allo stesso tempo, un incremento della quantità prodotti secondari e di scarti in genere.

In Europa per quanto riguarda la lavorazione di prodotti animali va considerata una contrazione del consumo di carne, che interessa principalmente la carne bovina e suina, e di conseguenza della disponibilità di pellame. Non è in contrazione invece il settore caseario quindi è possibile ritenere la lana un materiale disponibile e valorizzabile in modo costantemente soddisfacente.

Ciò che rende necessaria una riflessione è che abbiamo incrementato la capacità di valorizzare il fine vita delle fibre, con l'attivazione di filiere di recupero di materiale usato, ma non abbiamo mantenuto la capacità di valorizzare ogni tipo di materiale “vergine” tanto che oggi la maggior parte delle lane autoctone non ha un valore commerciale.

[fig. 03]
L'addomesticamento di animali e piante dal 30.000 a. C.

Per quanto riguarda, infatti, le lane vergini, sono quasi esclusivamente lavorate quelle di pecore merino allevate in Australia e Nuova Zelanda.

Detto questo, però, va rilevato il fatto che la lana è inclusa tra i possibili prodotti che possono acquisire il riconoscimento DOP. Al momento in Italia non sembra che sia stato rilasciato a nessuna produzione. Il primo caso, e anche il più noto (la richiesta fu presentata nel 2009) è quello della Native Shetland Wood DOP che attesta il legame tra prodotto di derivazione agricola e il territorio che può arrivare ad avere un'importanza strategica.

La progettazione tessile, come altri settori del design, sta lavorando per rendere più semplice il riciclo a fine vita dei tessuti ma contemporaneamente è necessario considerare anche la quantità di lana che viene smaltita come rifiuto speciale della filiera agro alimentare riferibile all'allevamento ovino da carne o da latte.

In questo senso la lana prodotta da ogni pecora deve essere valorizzata per:

- inquinare di meno;
- rendere più accessibili i prodotti del comparto laniero;
- valorizzare il lavoro degli allevatori.

Oggi, infatti, le lane italiane, nella maggiore parte dei casi, non sono altro che uno scarto. Valorizzare il materiale solo a valle e non a monte appare un controsenso.

Considerazioni processuali

Le fibre naturali presentano la possibilità, non priva di insidie, di essere l'elemento significativo sia di processi artigianali che industriali.

Esse, in generale, hanno un consolidato carattere estetico e sono capaci di esprimere forti valori identitari.

Come in altri tipi di produzioni, queste sono caratteristiche essenziali per la filiera dell'artigianato che pur essendo profondamente trasformata, esprime una maggiore costanza sia nel prodotto che nel processo e orienta le proprie ricerche anche in settori difficilmente percorribili delle produzioni con grandi numeri. In questo contesto la disciplina del design opera per innovare nel rispetto della cultura del territorio di appartenenza e nel rispetto della sostenibilità ambientale sociale e culturale.

Spostandoci però nel settore industriale l'interpretazione del materiale da parte del designer cambia perché se la sostenibilità del prodotto deve essere espressa in modo costante così non è per i concetti quali naturalità, identità e tradizione e quindi non sempre è possibile sviluppare un'estetica in grado di favorirli.

In alcuni campionari di aziende tessili troviamo prodotti orientati per materiali, lavorazione e contenuti estetici a

trasmettere quella che possiamo genericamente definire l'estetica di tessile sostenibile cioè duraturo, prodotto con materiali naturali, rinnovabili e riciclabili, prodotto con un controllo del consumo di acqua... ma molti brand fino ad oggi hanno preferito che il cliente non percepisse questa attenzione ma continuasse a sceglierli per le loro qualità sensoriali ed estetiche.

Come sostiene Marco Ricchetti il sistema moda ha recepito con ritardo la propria responsabilità nei confronti dell'ambiente rifiutando l'argomento. La percezione della sostenibilità e non è stata fino ad ora un tema interessante ma da questo ritardo può trarne il vantaggio di affrontare il tema con maggiore consapevolezza (Ricchetti, 2011, p. 36). Molti sono gli esempi di grandi brand che si sono interessati di materiali o processi di lavorazione che hanno prodotto esperienze puntuali ed importanti: l'attenzione per la canapa nazionale di Armani, le collezioni di scarpe colorate con pigmenti naturali della Superga, Allegrì che usò fibra di ortica per una collezione di impermeabili che potevano essere messi in forno e in frigorifero per favorire il mantenimento del calore.

Al materiale impiegato nella produzione industriale è richiesta la massima plasmabilità e variabilità ottenuta dalla combinazione tra filati, disegni e finissaggi.

Artigianato e industria vedono le loro maggiori differenze non solo e non più nei numeri prodotti ma nel fatto che la seconda si sviluppa su un numero maggiore di passaggi nel processo di lavorazione. Così la lana dimostra, da un lato di essere un materiale importante per l'identità delle produzioni artigianali perché con le circa settanta razze di pecore autoctone esistenti in Italia è possibile pensare allo sviluppo di una caratterizzazione prodotto/territorio, e dall'altra rimane un materiale in grado di soddisfare le esigenze dell'industria [fig. 04] [fig. 05].

Prima di descrivere alcune esperienze di ricerca sulla valorizzazione delle lane autoctone, si riporta un esempio, seppur assai parziale, di come il tema moda e sostenibilità appare al fruitore finale. Nel numero di Vogue Italia



[04]



[05]

[fig. 04]
Un gregge
di pecore
bergamasche

[fig. 05]
Pecore nere
di Arbius



[06]

[fig. 06]
Un'immagine dei prodotti
Nike non tessuti

dell'ottobre 2022, su duecentocinquanta pagine, quattro sono quelle che hanno relazione con questo argomento. La prima riporta l'esperienza di un progetto di inclusione creativa per il rafforzamento di un Made in Italy multi-culturale che includa afro discendenti e in generale bipoc; la seconda è un redazionale sulla collezione Cocooning di Loro Piana abiti in maglia di cashmere e seta realizzati in colori naturali e orientati alla ricerca di benessere; la terza, sempre un redazionale, riguarda il progetto Nike Forward che ha come traguardo l'abbattimento di carbonio al 100% entro il 2025. Uno degli elementi chiave è stata l'introduzione della tecnica dell'agugliatura per la realizzazione delle maglie tecniche che permette di passare dalla fibra in tessuto senza la filatura, un po' come avviene nel feltro. Infine, in un servizio dal titolo Spirito ribelle introduce genericamente il tema dei materiali citando le lane grezze (Vogue Italia pp. 96, 114, 126) [fig. 06].

La lana: risorse e problematiche

La lana, benché sia una fibra che ad oggi non rappresenta più dell'1% tra quelle lavorate, può avere un'importanza notevole nel ragionamento che stiamo facendo.

Dai dati raccolti dall'Istituto per la bioeconomia in Italia se ne producono 15.000.000 di kg annui dei quali solo il 5% viene usata come isolante in edilizia o per fare lavorazioni artigianali. Dare agli allevatori una possibilità di trasformare un costo in guadagno seppure minimo e, allo stesso tempo, eliminare una fonte di inquinamento, potrebbe rafforzare l'intero sistema di produzione.

L'obiettivo è quindi quello di trasformare lana-rifiuto in lana-prodotto.

A differenza di altri scarti connessi alla filiera alimentare la lana viene prodotta in modo costante sul territorio italiano. Secondo l'Osservatorio epidemiologico nazionale il numero di capi ovini e caprini è pressoché costante dal 2015 mentre è sceso quello di bovini e suini.

Numerosi sono i progetti di ricerca che si sono concentrati sul restituire valore alla lana che non proviene da pecore merino. La pecora è un animale che viene allevato in tutti i continenti con il 39% dei capi dell'Asia, che rappresenta la maggiore percentuale, fino al 10% dell'America. Per attuale questi progetti e dare valore alle lane così dette rustiche la maggiore difficoltà è costituita dalla ricostituzione della filiera soprattutto nelle prime fasi e cioè la raccolta e il lavaggio. Sono poi da mettere a punto le fasi di filatura su macchine che in genere lavorano fibre più sottili per poi passare alla tessitura dove può essere impiegata come ripieno e infine passare al finissaggio che ne valorizzi il più possibile la morbidezza.

I progetti

Biella the Wool company

Dall'inizio del nuovo millennio l'area del Biellese è stata una delle più attive nella valorizzazione delle lane autoctone. L'esistenza di aziende di alta gamma nella lavorazione della lana e la presenza di razze autoctone con la vocazione laniera, ha sicuramente favorito lo sviluppo di progetti. Già da tempo sul territorio si è lavorato su questo tema in particolare con due progetti, il primo è il *Progetto di valorizzazione lane autoctone piemontesi* che si è svolto tra il 2008 e il 2011 che hanno portato alla realizzazione di capi d'abbigliamento e di prodotti per la casa utilizzando lane di pecore Biellesi, Frabosane e Delle Langhe, dimostrando la possibilità di riattivare l'intera filiera e valorizzare la qualità delle lane locali salvaguardando le razze più a rischio in particolare la frabosana. Il secondo progetto ha avuto come obiettivo quello di ricostituire tutti i passaggi della filiera in particolare quello del lavaggio della lana sucida che è sempre il primo ad essere perduto. *The Biella wool company* è un consorzio non profit che trasforma la lana di allevatori locali in prodotti finiti riuscendo a mettere a sistema le esperienze precedenti sullo stesso territorio.

IBIMET

Nel 2011 vengono pubblicati i primi risultati del progetto *Percorsi di orientamento* rivolto alle aree ed ai soggetti emarginati del mercato del lavoro cioè alle aree rurali di quattro regioni italiane: Toscana, Campania, Sardegna ed Emilia-Romagna. Il progetto venne finanziato dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali ed aveva tra i suoi obiettivi quello della ricostituzione di filiere di artigianato tessile sostenibile. Per le prime tre regioni elencate la filiera della lana fu considerata una risorsa presente ma non valorizzata. Per l'Emilia-Romagna il focus fu sulla canapa.

Circular Wool

È stato uno dei progetti italiani vincitori della Call for prototype all'interno del progetto Horizon 2020 *Open Maker*. La proposta nasce da Lottozero e da R.S. Ricerca & Servizi, due realtà operanti sul territorio pratese la prima orientata al design, la seconda alla ricerca nel campo industriale e al trasferimento tecnologico. La scrivente ha partecipato al progetto come revisore. L'obiettivo è stato la valorizzazione della lana rustica toscana, finora mandata al macero, per creare un prodotto desiderabile che potesse rivolgersi ad un mercato orientato alla sostenibilità. In questo modo, si è voluto impiegare un materiale "povero" in un processo creativo dall'alto valore aggiunto,

incentivare la ripresa economica degli allevatori generata dalla vendita di questa lana e arginare l'inquinamento dovuto a metodi di smaltimento illegali. In via sperimentale è stata già dimostrata l'effettiva applicabilità dei processi nel settore. Si è arrivati alla realizzazione di un tessuto jacquard innovativo di lana sostenibile per interni e realizzabile anche a livello industriale [fig. 07] [fig. 08].

MED-L@ine

Si tratta di un progetto transfrontaliero al quale hanno partecipato le regioni Toscana, Sardegna e Corsica. Nasce per contribuire a valorizzare le lane autoctone/locali, rivitalizzare la filiera tessile-laniera e promuovere i territori rurali con il turismo culturale e educativo-didattico. Le parole chiave sono: capitalizzazione, innovazione tecnologica, rete. Attraverso un solido blocco di investimenti infrastrutturali, il progetto si è rivolto direttamente al settore economico-produttivo, assumendo un forte carattere dimostrativo e applicativo che ha portato a coinvolgere i piccoli/medi produttori associati come partner del progetto e ad identificare nelle microimprese e PMI locali i



[fig. 07]
Una rocca di filato ottenuto con la lana rustica toscana. Progetto Circular Wool

[07]



[08]

gruppi privilegiati. Di fatto, MED-L@ine ha avviato un percorso di collaborazione stabile e tra la ricerca e il mondo produttivo/imprenditoriale, grazie al conseguimento dei seguenti risultati:

- attivazione di un centro di competenza transfrontaliero dedicato al rafforzamento delle filiere laniera locali e alla messa in rete di Imprese, Enti Territoriali e Centri di Ricerca. Il centro di competenza ha come base funzionale un portale informatico e un laboratorio chimico strumentale dedicato alle lane locali e ai prodotti tessili, agli estratti vegetali e ai prodotti da essi trasformati;
- implementazione di un sistema logistico integrato per la raccolta, la selezione e la prima trasformazione delle lane locali, in Sardegna e in provincia di Grosseto;
- installazione e avvio di un impianto di estrazione pilota per la produzione su scala aziendale di estratti vegetali da piante officinali;
- incremento della visibilità degli operatori di settore e valorizzazione di prodotti d'eccellenza (tradizionali ed innovativi) attraverso la realizzazione di un sistema web-based per l'elaborazione di guide turistiche on-demand su dispositivi mobili;
- sensibilizzazione del pubblico ai temi della sostenibilità e dei lavori tradizionali legati alla filiera delle lane locali e delle piante officinali della flora spontanea del Mediterraneo, attraverso interventi di animazione territoriale nei siti turistici, l'organizzazione di seminari di divulgazione e la realizzazione di eventi espositivi itineranti.

[fig. 08]
Un tessuto realizzato con lane rustiche per il progetto Circular Wool

Fili di Luni

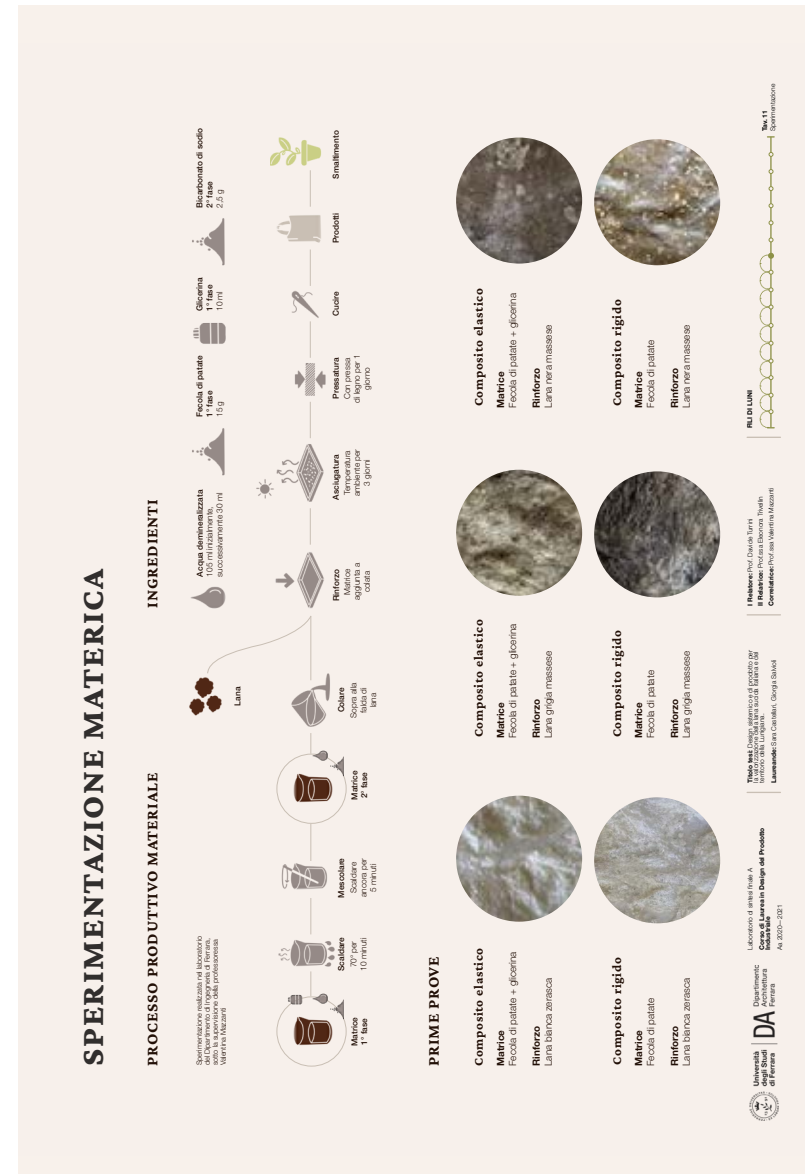
Il progetto prende inizio da una tesi del Corso di laurea in Design del Prodotto industriale dell'Università di Ferrara che aveva come obiettivo la valorizzazione del territorio della Lunigiana, anche attraverso il recupero della lana suicida li prodotta per trasformarla da scarto a semilavorati bio-based con cui poter realizzare prodotti finiti con particolare riferimento alle confezioni per i prodotti locali con l'obiettivo di rafforzarne l'identità. Con la partecipazione del Dipartimento di Ingegneria è stato sperimentata l'esecuzione di una falda composta da uno strato di lana legato da una matrice organica che conferiva alle falde diverse finiture. Il materiale ha una buona lavorabilità: può essere tagliato, cucito, incollato. Sono stati poi realizzati alcuni prodotti finiti in collaborazione con l'associazione no profit locale Cose Giuste.

Tutti questi progetti hanno al loro interno l'attenzione verso i processi artigianali che, in certi casi si riversano nella manifattura industriale dimostrando la possibilità di dialogo tra questi due mondi e l'arricchimento reciproco che può essere sviluppato. In ogni caso i territori e la loro identità espressa attraverso un materiale che acquista il valore di "cerniera" tra la produzione agraria e quella manifatturiera sono i principali elementi di riferimento [fig. 09] [fig. 10].

Conclusioni

Dallo studio generale del contesto e dall'analisi dei progetti, possono essere fatte alcune considerazioni. Tra tutte le fibre tessili di origine naturale la lana è quella che riesce a trasmettere più di altre l'appartenenza ad un territorio e questo non solo per il legame esistente con la razza autoctona degli ovini ma anche per i prodotti alimentari ad essa collegati. La possibilità di un riconoscimento diffusamente noto come la DOP può essere uno strumento importante per valorizzare questo materiale e per diversificarlo secondo le zone di provenienza e lavorazione. Infine come sembrano attestare due progetti di natura e di scala diversissima, e cioè quello di Nike e Fili di Luni, l'utilizzo della lana va pensato non solo per la realizzazione di filati e tessuti ortogonali tradizionali ma anche per la realizzazione di prodotti "semplificati" come gli aguljati di varia densità abbinati a processi di finissaggio bio-based.

Ciò ci permette di potere affermare che questo materiale sembra essere tra i più versatili ed interpretabili e che proprio nella sua già citata posizione di cerniera tra due filiere, può essere in grado di esprimere i valori e le esigenze dei consumi contemporanei.



[09]

[fig. 08]
Una tavola che illustra il processo e materiali del progetto Fili di Luni



[10]

REFERENCES

- Baudrillard Jean, *Le système des objets*, 1968, (tr. it. *Il sistema degli oggetti*, Milano, Bompiani, 2004, pp. 264)
- Fletcher Kate, *Sustainable Fashion and textile*, London, Earthscan, 2008, pp. 240.
- Bistagnino Luigi, *Design sistemico*, Cuneo, Slowfood, 2009, pp. 272.
- Fletcher Kate, Grose Lynda, *Fashion and sustainability. Design for change*, London, Laurence King, 2011, pp. 192.
- Ricchetti Marco, Frisa Maria Luisa (a cura di), *Il bello e il buono. Le ragioni della moda sostenibile*, Venezia, Marsilio, 2011, pp. 236.
- Ricchetti Marco, *Un cambio di paradigma nel mondo dei consumi e dei consumatori. Colloquio sulla sostenibilità con Francesco Morace*, pp. 33-40, in Marco Ricchetti, Maria Luisa Frisa (a cura di), *Il bello e il buono. Le ragioni della moda sostenibile*, Venezia, Marsilio, 2011, pp. 233.
- Magni Aurora, *Materiali, processi innovazione. La sostenibilità nell'industria tessile*, pp. 57-74, in Marco Ricchetti, Maria Luisa Frisa (a cura di), *Il bello e il buono. Le ragioni della moda sostenibile*, Venezia, Marsilio, 2011, pp. 233.
- Bradley Quinn, *Textile visionaries*, London, Laurence King 2012, pp. 312.
- Camilli Francesca (a cura di), *La filiera sostenibile delle lane autoctone in provincia di Grosseto. Produzione Green per la valorizzazione del territorio*, Firenze, CNR IBIMET, 2013, pp. 190.
- Rinaldi Francesca Romana, Testa Salvo, *L'impresa moda responsabile. Integrare etica ed estetica nella filiera*, Egea, Milano, 2013, pp. 256.

[fig. 10]
Prodotto
realizzato con
la falda ottenuta
con lana
autoctona
della Lunigiana
e composto
bio-based

- Falcinelli Riccardo, *Cromorama*, Torino, Einaudi, 2017, pp. 472.
- Ricchetti Marco (a cura di), *Neomateriali*, Milano, Edizioni ambiente, 2017, pp. 240.
- Fletcher Kate, *Moda, design e sostenibilità*, Milano, Postmedia-book, 2018, pp. 172.
- Calcagnini Laura, Magarò Antonio, Mariani Massimo, "Biopolimeri dagli scarti della filiera agroalimentare", *Officina**, n. 21, 2018, pp. 22-27.
- Sustainable thinking. Catalogo della mostra*, Firenze 12 aprile 2019-8 marzo 2020, Milano, Electa, 2019, pp. 360.
- Grataloup Christian, *Atlas historique mondial*, (tr. it. *Atlante storico mondiale*, Milano, L'ippocampo, 2020, pp. 24-25)
- Frisa Maria Luisa, *Le forme della moda*, Bologna, Il Mulino, 2022, pp. 200.
- Nuove soggettività*, "Vogue Italia", n. 865, ottobre 2022, p. 96.
- Casual 7su7*, "Vogue Italia", n. 865, ottobre 2022, p. 114.
- Un passo avanti*, "Vogue Italia", n. 865, ottobre 2022, p. 126.
- Biella the wool company www.biellathewoolcompany.it
- Domanda DOP Native Shetland Wood [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52011XC0212\(03\)&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52011XC0212(03)&from=FR) [ottobre 2023]
- ISTAT Produzione industriale in quantità e valor: Prodotti tessili e articoli di abbigliamento <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=8914> [ottobre 2023]
- Piani di controllo e tariffari prodotti Doc e IGP <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/7478> [ottobre 2023]
- ISTAT Produzione industriale in quantità e valor: Prodotti tessili e articoli di abbigliamento <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=8914> [ottobre 2023]
- Osservatorio epidemiologico nazionale <https://www.anmvioggi.it/archivio.html>
- Progetto Open Maker <https://it.openmaker.eu/prototipi/circular-wool/> [ottobre 2023]

Materiali Sintropici

Innovazione e tradizione nelle fibre naturali
per sistemi agro-ecologici ad alta biodiversità

Eugenia Morpurgo

Università IUAV di Venezia, Dipartimento di Culture del Progetto
emorpurgo@iuav.it

L'obiettivo di questo contributo è condividere esperienze di ricerca e progetto sul tema dell'estrazione di biomasse da sistemi agricoli rigenerativi e policulturali e illustrare il processo progettuale di manufatti ed ecosistemi produttivi ad alta biodiversità per economie rurali locali attraverso l'uso di tecniche tradizionali e sperimentali.

Un'attenzione particolare verrà dedicata all'esperienza di progettazione di un ecosistema agricolo per la produzione di biomasse per la realizzazione di calzature, risultato di un percorso di ricerca sovvenzionato dalla Comunità Europea attraverso lo schema di finanziamenti Re-FREAM, incentrato sul ripensamento dei processi produttivi del sistema moda, parte di STARTS Programme (Science+Technology+Arts).

The objective of this paper is to share research and design experiences on the topic of biomass extraction from regenerative and polycultural agricultural systems and to illustrate the design process of high-biodiversity productive artifacts and ecosystems for local rural economies through the use of traditional and experimental techniques.

Special attention will be paid to the experience of designing an agricultural ecosystem for the production of biomass for footwear, the result of a research project subsidized by the European Community through the Re-FREAM funding scheme, focused on re-thinking production processes for the fashion system, part of STARTS Programme (Science+Technology+Arts).

Biodiversità
Biomateriali
Calzature
Agroecologia
Biomassa

Biodiversity
Biomaterials
Footwear
Agroecology
Biomass

La ricerca Materiali Sintropici esplora quali siano i possibili punti di unione tra pratiche agroecologiche e le ultime ricerche nel settore dei materiali naturali, ponendosi l'obiettivo di progettare processi rigenerativi per la produzione di materiali realizzati a partire da biomassa vegetale e animale.

La ricerca e la produzione di questi materiali ha lo scopo di identificare alternative rinnovabili e biodegradabili a materiali prodotti a partire dal petrolio.

Molte di queste soluzioni si sono concentrate sull'utilizzo di sottoprodotti agricoli ricavati da sistemi agricoli esistenti, spinte dalla necessità di non occupare terreni utilizzabili per la produzione alimentare, e da un approccio sistemico derivato dalle recenti ricerche in ambito di economia circolare (Philp e Winickoff, 2018). Conseguentemente, queste ricerche hanno dato vita ad una gran varietà di nuovi materiali che si caratterizzano per una forte relazione con il territorio e le sue economie bio regionali.

Alcuni esempi sono:

- materiali isolanti, alternativi alla pelle e pannelli in fibra prodotti a partire dagli scarti della produzione del girasole coltivato per olio nel sud della Francia [1];
- bioplastiche prodotte a partire da bucce di patate in Inghilterra [2];
- filati prodotti a partire dalle bucce d'arancia in Sicilia, Italia [3];
- sostituti della pelle e bioplastiche prodotti a partire dalle pale del fico d'india in Messico [4];
- sostituti della pelle prodotti a partire dalle foglie d'ananas nelle Filippine [5].

In molti casi queste nuove soluzioni risultano essere un'evoluzione di un utilizzo tradizionale di una biomassa.

Esempio molto chiaro di questo processo è il materiale noto sotto il marchio Piñatex®, un sostituto della pelle realizzato con fibre estratte dalla foglia della pianta d'ananas. Nelle Filippine da queste fibre si produceva tradizionalmente un filato alquanto fine. Ananas Anam, l'azienda produttrice di Piñatex® e con impianti di produzione nelle Filippine, utilizza lo stesso metodo di estrazione della fibra per poi lavorarla quasi come un feltro per realizzare il materiale (Asim et al., 2015).

Ananas Anam presenta un modello circolare in cui lo scarto rinnovabile di una produzione alimentare trova un'applicazione per la produzione di un materiale riciclabile e in fine biodegradabile, tanto da suggerire che i prodotti da loro realizzati possano, a fine vita, essere utilizzati come biomassa per fertilizzare il terreno agricolo iniziale su cui l'ananas viene coltivata [6].

Ciò che questo modello non tiene in considerazione è l'impatto ambientale che il sistema agricolo monoculturale ed industriale della risorsa primaria, in questo caso l'ananas, ha sull'ambiente. L'utilizzo di pesticidi e fertilizzanti in questo tipo di colture inquina le fonti acquifere circostanti riducendo la biodiversità ambientale, creando ecosistemi produttivi più fragili al cambiamento climatico e alla presenza di infestanti (Ortiz e Torres, 2020).

Situazioni analoghe si presentano in qualsiasi sistema monoculturale, tanto nei campi di girasoli nel sud della Francia, quanto in una piantagione di eucalipto in Portogallo per la produzione di Tencel (Araújo, 1995).

Materiali Sintropici quindi parte dalla necessità di individuare sistemi agricoli che presentino un'alternativa alla piantagione. Trovando nell'agroecologia un modello di riferimento, il quale include tutte quelle pratiche agricole che si occupano di rigenerazione del terreno, aumento della biodiversità, protezione delle acque, sequestro del carbonio in sistemi agricoli produttivi (Anderson et al., 2021).

Il progetto *Materiali Sintropici* quindi si pone l'obiettivo di capire come la progettazione di sistemi agro-ecologici ad alta biodiversità possa influenzare la produzione e ricerca nel settore dei materiali e viceversa come l'innovazione nel settore dei materiali possa influenzare l'attuazione e ricerca di sistemi agro-ecologici (Morpurgo, 2021).

Syntropia

Syntropia è un progetto sviluppato insieme alla progettista di calzature Sophia Guggengerger, e reso possibile grazie ai finanziamenti del bando RE-fream STARTS Programme (Science+Technology+Arts) parte dello schema di finanziamenti Europei Horizon 2020, è una prima concretizzazione di questa ricerca.

Con *Syntropia* si è cercato di sviluppare una metodologia per la progettazione di calzature, e dei materiali utilizzati per queste, che dialogasse con la progettazione dell'ecosistema agricolo produttivo da cui estrarre le biomasse per i suddetti materiali.

Questo dialogo è stato possibile grazie ad un team interdisciplinare che ha seguito il progetto insieme e composto, oltre che da Eugenia Morpurgo e Sophia Guggengerger, da Sander Hofstee, dell' University of Arts and Industrial Design (UFG) di Linz, specializzato in programmazione e 3D softwares, dalla ricercatrice Agnes Psikuta da Empa, esperta di termica e materiali, da Guillaume Clement and Florian Bauer di Haratech, specializzati in stampa 3D, dell'agronomo Fernando



[01]

Bautista Expósito e dall'azienda WoodKplus, con la quale abbiamo prodotto filamenti per la stampa 3D.

Il punto di partenza del progetto, oltre a *Materiali Sintropici* è stato *Ra(h)menschuh*, una ricerca sviluppata da Sophia Guggengerger [7], sul tema della sostenibilità dei processi produttivi per calzature. *Ra(h)menschuh* prevede un modello di calzatura semplificato in cui a uno scheletro stampato in 3D vengono cucite, a mano o a macchina, tomaia, suola e fodera interna. Realizzando un prodotto producibile in piccola scala localmente e in cui ogni componente può essere semplicemente disassemblata per ripararla o sostituirla.

Partire da una scarpa producibile con solo quattro componenti, ognuna delle quali legata a una funzione specifica, ci ha permesso di poterci concentrare sull'utilizzo di quattro tipologie di materiali. Un polimero per la suola, un tessuto leggero per la fodera a contatto con il piede, un filamento per la stampa 3D per lo scheletro ed un tessuto più resistente per creare la tomaia. Tali limitazioni, e la scelta di voler lavorare con risorse che avessero la capacità di crescere in un clima mediterraneo, ci hanno permesso di identificare una prima lista di piante ed animali che potessero essere fonte di fibre e polimeri per produrre le scarpe.

Questa prima lista è risultata fondamentale per l'inizio

[fig. 01]
Illustrazione della policultura progettata per produrre calzature. Illustrazione di Anastasija Mass



[02]

di un dialogo con Fernando Bautista Exposito, il quale ci ha invitate ad escludere alcune specie per la loro caratteristica invasiva per il contesto preso in considerazione o per la loro incapacità di sopravvivere ai cambiamenti climatici previsti nei prossimi anni, invitandoci a testarne altre che non avevamo preso in considerazione.

In parallelo a queste considerazioni abbiamo cominciato a svolgere sperimentazione sui materiali, inizialmente utilizzando campioni reperibili sul mercato e successivamente realizzando noi stesse tessuti e filamenti per la stampa 3D a partire da risorse grezze. Per quanto riguarda la struttura realizzata in stampa 3D a deposizione fusa il primo obiettivo è stato quello di ridurre il polimero presente nel filamento, poiché questo richiede una gran quantità di biomassa rispetto al materiale effettivamente prodotto. Obiettivo raggiunto grazie alla produzione, insieme all'azienda WoodKplus di un filamento in PLA fles-

[fig. 02]
La struttura portante della scarpa realizzata in stampa 3D con filamento di PLA flessibile e polvere di sughero, insieme a campioni di stampa con PLA flessibile e filo continuo.
Foto di Elisabeth Handl

sibile realizzato con un'anima costituita da un filo continuo di un 1 mm di diametro. Ciò ha permesso di creare un materiale con una minore percentuale di polimero e con delle caratteristiche tattili e strutturali più adeguate alle componenti che dovevamo produrre, come per esempio una maggiore resistenza alla cucitura. Le prime sperimentazioni sono state fatte con un filato di cotone a causa della stabilità del materiale; vista l'incompatibilità della pianta con l'ecosistema in progetto, ci si è poi concentrate sull'utilizzo di un filato in canapa.

Similmente nel cercare di identificare materiali e specie adatte per la produzione della suola il lavoro si è indirizzato verso la diminuzione del polimero, mescolandolo ad una varietà di fibre che permettessero di influenzare anche le caratteristiche tecniche del materiale. Anche in questo caso si è dovuto lavorare con materiali recuperabili sul mercato, per cui per le sperimentazioni realizzate è stato utilizzato il lattice della pianta *Hevea Brasiliensis* mescolato a fibre di agave, ginestra, canapa e lana. Essendo l'*Hevea Brasiliensis* una pianta molto problematica a causa della sua monocultura genetica che la vede facilmente a rischio di attacco da parte di parassiti e non essendo adatta al clima mediterraneo in cui si è svolta la ricerca, è stata cercata un'alternativa che potesse crescere nel nostro contesto individuando come ipotetico materiale sostitutivo il lattice estratto dalla pianta di guayule: un cespuglio perenne che cresce in terreni aridi da cui si estrae un lattice molto simile a quello estraibile dall'*Hevea Brasiliensis* e attualmente al centro di sperimentazioni, in nord America ed in Spagna, da parte di grandi aziende per la produzione di copertoni (Nakayama, 2005).

Per quanto riguarda la tomaia e la fodera sono stati testati diversi livelli tecnologici di produzione del filato e del tessuto, da tessuti prodotti manualmente a quelli totalmente industrializzati, concentrandoci su fibre che avessero processi di estrazione simili tra loro come la fibra di canapa e la fibra d'ortica. Sempre con l'intento di esplorare fibre estratte da piante perenni, o con cicli lunghi, adatte a climi aridi e per diversificare le fonti da cui poterle estrarre, è stato esplorato l'utilizzo dell'agave, nota come sisal, e la fibra di ginestra, fibra che tradizionalmente veniva prodotta in Italia fino alla fine della seconda guerra mondiale.

L'utilizzo della fibra di ginestra è stato possibile grazie all'aiuto di un gruppo di ricerca all'interno dell'Università della Calabria, impegnato a riprogettare il processo di estrazione della fibra e riutilizzo degli scarti di questo processo per produrre pannelli (Greco et al., 2015).

Il guayule e la ginestra sono piante che hanno ricoperto un ruolo nella tradizione artigianale; tornate al centro dell'attenzione durante i periodi autarchici generati da guerre, richiamano ora l'attenzione dei ricercatori come alternativa sostenibile, locale e resiliente ai cambiamenti climatici (Santoro, 2014).

Il dialogo continuo ed iterativo tra queste varie direzioni di analisi ha infine permesso di individuare un terreno specifico in Andalusia, Spagna, ed una lista definitiva di specie: quercia da sughero (*Quercus suber*), mais (*Zea mays*), sparto (*Stipa tenacissima*), fico comune (*Ficus carica*), guayule (*Parthenium argentatum*), canapa (*Cannabis sativa*), ortica (*Urtica dioica*), ulivo (*Olea europaea*), patata (*Solanum tuberosum*), fico d'india (*Opuntia ficus-indica*), agave (*Agave sisalana*), ginestra (*Spartium junceum*), pollo (*Gallus gallus domesticus*), cocinilla (*Dactylopius coccus*), ape comune (*Apis*), ovino segureño (*Ovis aries-segureño*).

Sono state infine progettati e realizzati quattro prototipi di calzature che strutturalmente funzionano allo stesso modo, ma in cui ogni combinazione di materiali utilizzati rappresenta una possibilità produttiva diversa rispetto al livello di complessità tecnologica impiegata e rispetto alle risorse disponibili in un ciclo di raccolta.

Un prototipo è stato realizzato con un tessuto in canapa industriale e suola in misto lana, un altro con un tessuto in fibra di ortica realizzato a telaio meccanico e suola in misto sisal, un altro ancora con fibra di ortica tessuta a mano su ordito di canapa e suola misto sughero ed un ultimo è stato realizzato con fibra di agave tessuta a mano con filato di canapa e suola in misto sisal.

Infine, la realizzazione di prototipi fisici ha permesso di quantificare il materiale utilizzato e le piante necessarie per produrre ogni calzatura, informazione che, sempre grazie alla collaborazione con l'agronomo Fernando Bautista Exposito, ha permesso di progettare un'ipotesica policoltura in cui tutte le risorse possono essere coltivate in un sistema agroforestale.

Materioteca Materiali Sintropici

In questo contributo si è scelto di condividere un ultimo aspetto della ricerca ancora in fase di sviluppo: una materioteca digitale già accessibile al seguente link <https://syntropicmaterials.eumo.it/library>

A differenza di altre materiotecche, ogni materiale è catalogato in funzione della specie da cui viene estratto, in altre parole il database contiene una selezione di specie vegetali e per ogni specie archiviata è possibile visualizzare quali tipologie di materiali sono producibili a par-



[03]

tire dalla sua biomassa. Questo cambio di prospettiva permette di filtrare le informazioni in funzione delle condizioni climatiche ottimali di crescita delle piante, utilizzando i valori indicati dalla scala Hardiness [8]. In questo modo è possibile visualizzare quali piante possono crescere in una specifica zona climatica e di conseguenza quali materiali possono essere prodotti in queste località.

Uno degli obiettivi è quello di esporre a chi utilizza la libreria una vasta gamma di specie in un quadro di biodiversità e di materiali producibili. Successivamente l'utilizzatore potrà scegliere di filtrare le informazioni selezionando ciò che non gli interessa. Il database non ospita informazioni sui materiali, ma funge da punto di raccolta di informazioni rintracciabili online e ogni immagine presentata è un link che riconduce all'informazione originale.

[fig. 03]
Syntropia.
Modello di calzature Syntropia realizzato con filato di ortica e canapa e suola di lattice mescolato a polvere di sughero. Foto di Elisabeth Handl

NOTE

- [1] <http://studiothomasvailly.com/project/sunflower-entrepris-ii/> Sito web di studio di design (Olanda) sviluppatore progetto "Sunflower enterprise". [ottobre 2023]
- [2] <https://www.chipsboard.com/> Sito web azienda (Inghilterra) produttori plastica a partire da buccia di patate. [25 Febbraio 2023]
- [3] <https://orangefiber.it/> Sito web azienda (Italia) produttori filati a partire da buccia di arancia. [ottobre 2023]
- [4] <https://www.bbc.com/news/av/stories-48497933> Sito web notizie su ricercatrice messicana che produce plastica a partire da pale di fico d'india. [ottobre 2023]
- [5] <https://www.ananas-anam.com/> Sito web azienda (Inghilterra/Filippine) produttori filati a partire da foglie di pianta d'ananas. [ottobre 2023]
- [6] <https://sophiaguggenberger.com/projects/ra%28h%-29menschuh> Sito web di studio di design (Austria) sviluppatore progetto "Ra(h)menschuh". [ottobre 2023]
- [7] Autori di Wikipedia, "Hardiness zone", Wikipedia, L'enciclopedia libera. https://en.wikipedia.org/wiki/Hardiness_zone [ottobre 2023]

REFERENCES

- Araújo Miguel, *The Effect of Eucalyptus Globulus Labill. Plantations on Biodiversity: A Case Study in Serra de Portel (South Portugal)*, **1995**, pp. 62.
- https://www.researchgate.net/publication/265988370_The_effect_of_Eucalyptus_globulus_Labill_plantations_on_biodiversity_a_case_study_in_Serra_de_Portel_South_Portugal [ottobre 2023]
- Nakayama, Francis, "Guayule Future Development", in *Industrial Crops and Products*, n. 22 (1), **2005**, pp. 3-13.
- Anderson Colin Ray, Bruil Janneke, Chappell M. Jahi, Kiss Csilla, Pimbert Michel Patrick, "Getting to Sustainable and Just Food Systems through Agroecology", in *Sustainability*, n. 11 (19), **2019**; <https://doi.org/10.3390/su11195272> [ottobre 2023]
- Asim M., Abdan Khalina, Jawaid M., Nasir M., Dashtizadeh Zahra, Ishak M. R., Hoque M. Enamul, "A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites", in *International Journal of Polymer Science*, **2015**, <https://www.hindawi.com/journals/ijps/2015/950567/> [ottobre 2023]
- Greco Pasquale Francesco, *Impianto pilota per estrazione automatica di fibra di ginestra*, Tesi di dottorato, Università della Calabria, Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale, XXVII Ciclo, Supervisore Danieli Guido, Direttore Pagnotta Leonardo, contorelatore Chidichimo Giuseppe, aa. **2015-2016**, pp. 92.

Morpurgo E., "Syntropic Materials. Designing Forests to Design Natural Materials", pp. 223-239, in Arboritanza L., Benedetti A.C., Rochnik Costa K., Gheduzzi S., Grasso R., Gorzanelli I., Rinaldi S., Ruggeri I., Succini L., Zedda (eds.) I.M., *The Ecological Turn: Design, Architecture and Aesthetics beyond "Anthropocene"*, Proceedings of the International Conference (Bologna, 21-22 gennaio 2021), Bologna, **2022**.

Ortiz Andrea Monica D., Torres Justine Nicole V., "Assessing the Impacts of Agriculture and Its Trade on Philippine Biodiversity", in *Land* n. 9 (11), **2020**, pp. 1-22.

<https://www.mdpi.com/2073-445X/9/11/403>

Philp Jim, Winickoff David E., "Realising the Circular Bioeconomy", Paris, OECD. **2018**, pp. 74.

Santoro Mauro. *L'autarchia tessile del regime fascista. Il ginestrificio di Cariati (1935-1943)*, Cosenza, Progetto 2000, **2014**, pp. 160.

Scalarità della qualità nell'uso di materiali naturali

Da certificazione di prodotto a marchio di qualità territoriale

Michela Toni

Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura
michela.toni@unife.it

Pensare all'impiego di materiali naturali nel settore delle costruzioni e del design rappresenta un'occasione per mettere a fuoco elementi di riflessione sulla scalarità del concetto di qualità, fondamentale soprattutto in un momento come quello attuale, in cui i tempi per attuare gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 sono stretti. Come altre attività umane, infatti, il settore di cui si tratta può sviluppare risorse umane, materiali e culturali, ma anche determinare impatto alle diverse scale, e neppure l'uso di materiali naturali è neutrale rispetto alla seconda possibilità.

Canna palustre
Certificazione di prodotto
Scalarità della qualità
Marchio di qualità territoriale
Biodiversità come indicatore di qualità

Thinking about the use of natural materials in the construction and design sector represents an opportunity to focus on the scalarity of the concept of quality, which is especially important at a time like the present one in which the times to implement the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda are tight. Like other human activities, in fact, the sector in question can develop human resources, material and cultural resources, but also have an impact at different scales, and the use of the natural materials is not neutral with respect to the second possibility.

*Marsh Reed
Product Certification
Quality Scale
Territorial Quality Mark
Biodiversity as an Indicator of Quality*

Introduzione

Analizzare le prestazioni dei materiali palustri rivela dati molto interessanti sul loro impiego ai fini di benessere ambientale, risparmio energetico e sostenibilità, basati anche su indicatori ecologici positivi, come sintetizzato di seguito; se però si considera il processo in base al quale materiali naturali possono essere ricavati dall'ambiente, si pone la necessità di confrontarsi con una dimensione territoriale del concetto di qualità che può evidenziare situazioni complesse e forti contraddizioni (Toni, 2012 a). Fare ricerca sulla canna palustre come materiale da costruzione e sul rapporto che lega tale risorsa naturale all'ambiente da cui è ricavata è quindi particolarmente ricco di contenuti per gli sviluppi del tema proposto [1].

Un vegetale palustre come materiale da costruzione

La canna palustre di cui si tratta deriva dalle piante denominate *Phragmites Communis* e *Arundo donax*, che crescono spontaneamente in zone retrodunali e palustri, lungo corsi d'acqua, laghi e canali, dove contribuiscono a formare complessi sistemi ambientali [fig. 01].

Nel passato, il materiale sfuso è lavorato per ottenere stuoie, trecce e arelle per molteplici usi.

Oggi sul mercato dei materiali da costruzione, oltre alla canna sfusa, sono presenti stuoie, utilizzate per strati di finitura a supporto dell'intonaco, e pannelli, impiegati per l'isolamento termico e acustico di pareti, solai e coperture, in edifici nuovi o da riqualificare [fig. 02]; con canne fissate su elementi portanti in legno, si possono anche realizzare soffitti e controsoffitti, divisorii e schermature solari; inoltre, fasci di canne fortemente serrate possono essere impiegate per costruire pareti e coperture, come nella tradizione. Il campo di utilizzo è quindi molto vasto. Attualmente, in diversi Paesi europei, la canna palustre è usata principalmente nell'edilizia tradizionale; non mancano però utilizzi in interventi innovativi [2]. In Italia, invece, questo materiale è impiegato raramente ed è per lo più circoscritto al settore turistico.

In realtà, l'analisi delle prestazioni termometriche della canna palustre indica che si tratta di un materiale adatto per l'isolamento termico [fig. 03]: infatti, è caratterizzato da un valore della conducibilità termica abbastanza contenuto (λ pari a 0,056 W/mK) – paragonabile a quella di pannelli in paglia e fibre di legno, anche se più elevato di materiali di sintesi, come polistirene o poliuretano, e di materiali naturali, come sughero o canapa –, e può mantenere le proprie caratteristiche di isolamento anche in ambienti umidi, poiché non assorbe acqua e



[01]

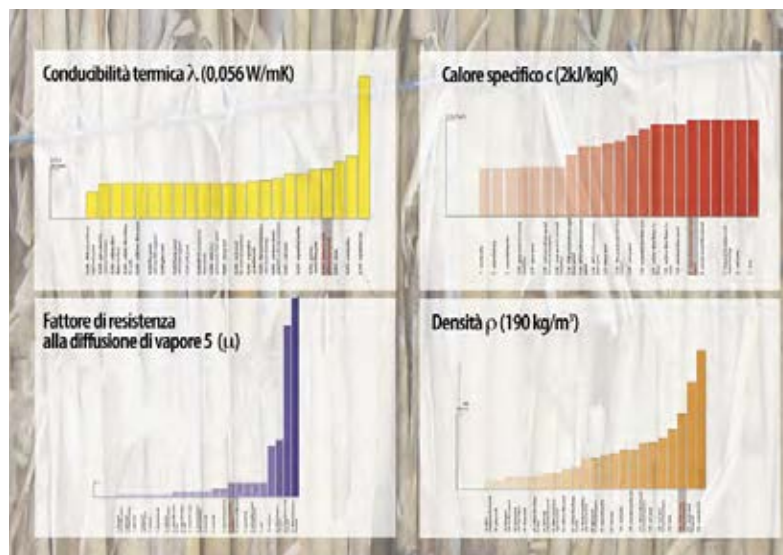
non marcisce; pertanto, se il materiale è utilizzato come strato isolante di elementi costruttivi di diversa stratificazione o si realizzano pareti e coperture esclusivamente in strati di canna palustre compressa di notevole spessore, si possono ottenere valori molto contenuti di trasmittanza, in linea con quanto richiesto dalla normativa per edifici *N-zeb* [fig. 04]. Elevati valori di densità (ρ pari a 190 Kg/mc) e calore specifico (c pari a 2 kJ/kgK) fanno sì che spessi strati in canne costituiscano anche una barriera valida contro il surriscaldamento estivo e la trasmissione dei rumori aerei. Inoltre, un basso fattore di resistenza alla diffusione del vapore (μ pari a 5) permette a strati in canna palustre di essere permeabili al vapore acqueo, evitando la condensazione dell'umidità.

Le prestazioni connesse con la sicurezza nei confronti degli incendi attribuiscono a canna palustre posta in opera fortemente serrata comportamenti simili a quelli del legno; una protezione aggiuntiva è assicurata da eventuali strati di intonaco. Relativamente alle caratteristiche meccaniche, in precedenti approfondimenti, si è trattato anche di possibili nuovi utilizzi che valorizzino capacità portanti del materiale per determinate applicazioni (Toni, 2010). Ulteriori caratteristiche che rendono le canne interessanti come materiale da costruzione sono la lavorabilità, conferita dalla possibilità di essere tagliate facilmente con la sega circolare e le comuni attrezzature da cantiere, e la flessibilità, che permette di adattare stuoie e pannelli a supporti rettilinei o curvi.

[fig. 01]
Zona umida nel sud della Sardegna, habitat di *Phragmites Communis* e altri vegetali palustri (foto di Michela Toni)



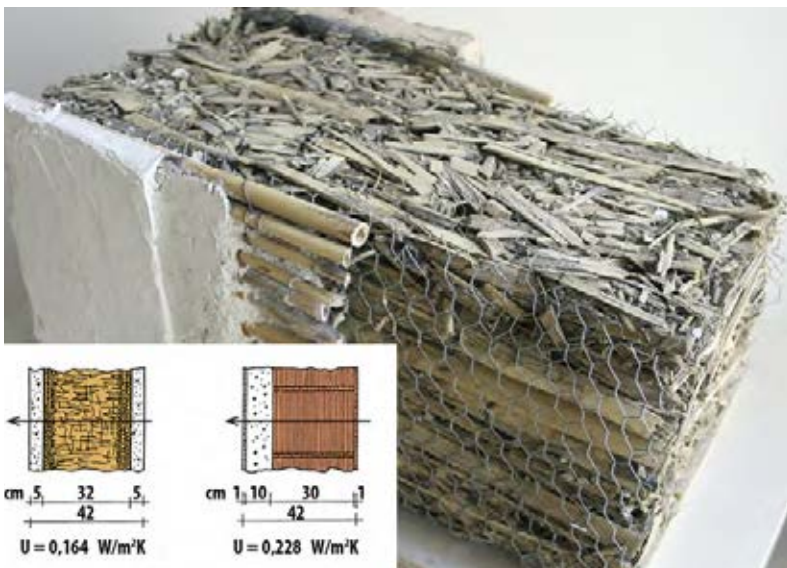
[02]



[03]

[fig. 02]
Stuoie e pannelli in canna palustre disponibili sul mercato dei materiali da costruzione

[fig. 03]
Prestazioni per edifici a basso consumo energetico di canna palustre e altri materiali isolanti (Michela Toni)



[04]

Scala del prodotto e raggiungimento di Goal 12

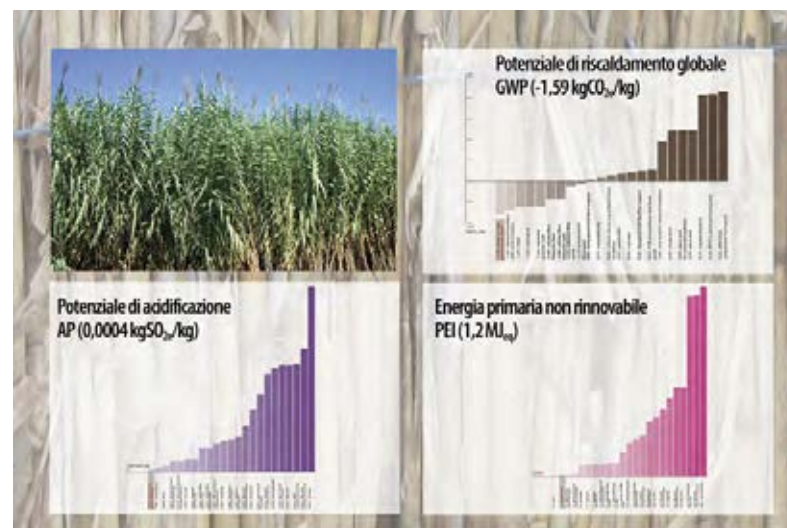
La qualità intrinseca di questo materiale, che lo fa emergere rispetto agli altri isolanti, è però l'ecocompatibilità, attestata dai valori raggiunti da indicatori di riferimento per impatto sull'ambiente, quali: potenziale di riscaldamento globale, che risulta addirittura negativo per avere fissato anidride carbonica quando la canna palustre viva ha svolto la funzione clorofilliana in misura maggiore di altri vegetali dai cui si ricavano materiali isolanti, e valori tra i più bassi rispetto ad altri isolanti naturali sia per quanto riguarda emissione in aria di sostanze acidificanti, sia per fabbisogno di energia primaria non rinnovabile necessaria per il ciclo di vita di prodotti ricavati dalla materia prima – secondo i dati desunti dal Catalogo Protocollo *CasaClima Nature*: GWP pari a -1,59 kg CO₂e/kg; AP pari a 0,0004 kg SO₂e/kg; PEI pari a 1,2 MJeq [fig. 05] (Toni, 2015). Riguardo alla salute dell'uomo, la canna palustre non determina pericolosità, né durante la raccolta, né in fase di lavorazione, e contribuisce a formare un ambiente salubre per le persone che vivono negli edifici in cui è utilizzata. La leggerezza del materiale offre anche la possibilità di approntare cantieri non invasivi, poiché i prodotti possono essere trasportati e messi in opera senza l'ausilio di attrezzature di notevole porta-

[fig. 04] Modello di parete intonacata e calcolo della trasmittanza a confronto con quella di una parete in muratura (modello da tesi di laurea di Antonio Ciociola, Paolo Palmisano e Giacomo Vischi, relatrice Michela Toni, correlatori Domenico Capuani e Guido Iacono; disegni di Michela Toni)

ta. Inoltre, il montaggio a secco consente di montare e smontare pannelli e stuoie per rimontarli in costruzioni diverse e compostarli al termine della vita utile se non si sono adottate sostanze ignifughe o additivi; altrimenti, pannelli completati con intonaco sono smaltiti come altri materiali da costruzione.

Complessivamente, da quanto conosciamo della canna palustre, le prestazioni che presenta ne confermano i possibili utilizzi a favore di condizioni di benessere abitativo e contenimento del fabbisogno energetico per *edifici a energia quasi zero*, unitamente agli aspetti connessi con la sostenibilità a cui si è accennato. Sotto questo profilo, pertanto, produzioni in vegetale palustre possono essere considerate in linea con l'Obiettivo per lo Sviluppo Sostenibile 12 (Goal 12), finalizzato a garantire modelli di consumo e produzione responsabili, con particolare riferimento a quanto indicato nei punti 2 e 5, riguardanti utilizzo efficiente delle risorse naturali e riduzione dei rifiuti, riciclo, riutilizzo [fig. 06]. Inoltre, a vantaggio di una maggiore diffusione dell'impiego di un materiale che può determinare la difficoltà di ottenere valori standardizzati dei livelli di qualità su cui basarsi, avendo prestazioni che possono variare in base al luogo di provenienza e al tempo di raccolta, sono disponibili sul mercato dei materiali da costruzione prodotti in canna dotati di etichette EPD (Environmental Product Declaration), che forniscono dati sul profilo ambientale, consentendo anche il con-

[fig. 05] Prestazioni ecologiche di canna palustre e altri materiali isolanti (Michela Toni)



[05]



[06]

fronto con produzioni diverse. Scegliere prodotti certificati realizzati con materiali naturali può trovare impulso anche dall'introduzione dei CAM (Criteri Ambientali Minimi), obbligatori in ambito di interventi per la Pubblica Amministrazione, ma importante riferimento anche nell'impalcatura tecnico-giuridica che sta guidando la dinamica di una elevata percentuale di interventi edilizi di questi ultimi anni, in ambito di Superbonus 110% e di altre agevolazioni fiscali.

Un difficile rapporto uomo ambiente

Da quanto si è osservato, se si prende in considerazione la scala ravvicinata del prodotto, la valutazione della qualità delle opere in cui vengono impiegati materiali naturali trova conferma specificatamente nelle prestazioni di cui si è detto: infatti, a tale scala, non ci si domanda se le risorse naturali delle zone umide del nostro Paese siano effettivamente utilizzate in maniera efficiente per ottenere produzioni di qualità in linea con il punto 2 di Goal 12, come sopra accennato, o se invece tali risorse siano sprecate o scarse o in molti casi neppure disponibili. Limitando l'analisi al prodotto, resta anche aperto il campo della certificazione dei materiali a *chilometro zero*, di cui sviluppare l'uso in vicinanza del luogo di coltivazione, come i vegetali palustri sfusi delle zone umide, che però risultano difficili da impiegare in assenza di consorzi o altre forme di valorizzazione della filiera corta. In dire-

[fig. 06] Isolamento con pannelli in canna palustre montati all'esterno di costruzioni in laterocemento (a sinistra) e legno (a destra), in linea con Goal 12 (documentazione Lacep, S. Savino Magione (PG), fotomontaggio di Michela Toni)



[07]

zione opposta, un esempio illuminante riguarda il settore dell'alimentazione che ha sviluppato la strategia *slow food* «impegnata a ridare valore al cibo, nel rispetto di chi produce, in armonia con ambiente ed ecosistemi, grazie ai saperi di cui sono custodi territori e tradizioni locali» [3]; e questo confronto apre una ulteriore riflessione sulla scala rispetto alla quale confrontarsi sul concetto di qualità, estremamente valido anche per il settore delle costruzioni, poiché, quando si sceglie di impiegare materiali naturali, il legame con l'ambiente da cui sono ricavate le risorse per produrli è molto stretto [fig. 07].

Nel nostro Paese, però, non è facile reperire canna palustre di qualità adatta per le costruzioni, poiché la scarsa cura che nel tempo si è dedicata alle zone umide ne ha ridotto la disponibilità, cosicché, se si vuole impiegare canne, occorre acquistarle in Francia, Germania e in altri Paesi in cui si è attuata una politica maggiormente attenta alle risorse naturali. Di fatto, in Italia, la scarsa disponibilità di vegetale palustre evidenzia una preoccupante riduzione della biodiversità [4]. Le cause sono ben note: bonifiche di ampie zone umide convertite a superfici coltivabili, che hanno contratto la presenza di canna palustre; subsidenza – naturale o determinata da cause antropiche –, con conseguente l'ingresso del cuneo salino che ha impedito la crescita della vegetazione; pratiche di agricoltura intensiva, con il pesante sfruttamento del terreno che ha portato a forte limitazione di vegetazione ripariale e inter-

[fig. 07] Stagionatura di fusti di *Arundo donax* nello stesso sito in cui crescono le piante da cui sono tratti (foto di Salvatore Arero, documentazione Sicilcanne, Belpasso (CT))



[08]

poderale; inoltre, inquinamento da insetticidi, diserbanti e altri prodotti chimici. Ma la distruzione dell'habitat di numerose piante in zone palustri è un danno all'ambiente che risulta ancora più grave se si pensa all'impedita funzione di depurazione naturale dei fattori inquinanti assolta dalle formazioni vegetali; e, come è evidente, tale processo di impoverimento procede in direzione opposta rispetto a quanto si prefigge l'Obiettivo per lo Sviluppo Sostenibile 15 (Goal 15), finalizzato specificatamente a proteggere la ricchezza della vita sulla terra.

Se ci si sofferma su questo aspetto, la mancata cura delle zone umide evidenzia il difficile rapporto delle persone con il proprio ambiente di vita che si riscontra in maniera diffusa in un Paese tra i più ricchi di biodiversità come l'Italia, ma in cui si consuma suolo con una rapacità che lo distingue dagli altri in Europa, come documentato dai Rapporti annuali di SNPA (Sistema Nazionale per La Protezione dell'ambiente) [5]. Testimoni o corresponsabili di questo approccio, ci interroga potentemente l'opera di Egidio Eronico, *Amate sponde*, che conduce lo spettatore con la forza delle immagini all'interno della realtà fragile e contraddittoria del nostro Paese [6] [fig. 08].

[fig. 08]
Vulcanesimo ad
Aragona, Agrigento,
dal film *Amate
Sponde. In un viaggio
visionario l'Italia
come non l'abbiamo
mai vista e come
rischiamo di perderla*
(regia di Egidio
Eronico, direttrice
della fotografia Sara
Purgatorio (gentile
concessione di Egidio
Eronico)

Scala del territorio e raggiungimento di Goal 15

Per intervenire sul progressivo impoverimento dell'ambiente, anche nel settore delle costruzioni e del design diventa quindi indispensabile basarsi su processi di qualità a partire dalla scala del territorio e individuare indicatori che lo attestino, non solo per favorire la disponibilità di risorse che scarseggiano, come la canna palustre di cui si tratta, ma soprattutto per rendere effettivamente sostenibile qualunque progettualità alle diverse scale, basandosi su un modello che tenda a sviluppare risorse piuttosto che a eroderle nel tempo.

Di fatto, nell'ambito delle zone umide, avere cura della biodiversità sviluppa processi virtuosi che portano vantaggi economici e sociali – tra i primi, crescita di vegetazione che assolve alla riduzione degli inquinanti, sviluppo di risorse disponibili per produzione di semilavorati per edilizia e design, nascita di nuove professionalità; tra i secondi, formazione di modalità di lavoro che rispettano la salute dei lavoratori, valorizzazione di risorse a chilometro zero per interventi a basso costo, esportazione di prodotti e professionalità in nuovi mercati (Toni, 2015). Processi che consentono, a monte, di attribuire un marchio di qualità ambientale a un determinato territorio in

direzione dell'Obiettivo 15, e, a valle, di certificare prodotti ottenuti con materiali ricavati da tali territori, compatibilmente con ambiente ed ecosistemi.

Concretamente, indicatori di qualità alla scala del territorio sono:

- aumento della ricchezza degli habitat naturali, valutabile in numero di specie in un ecosistema;
- diminuzione della concentrazione di inquinanti con fitodepurazione attuata con messa a dimora di nuove piante;
- riduzione di terreni degradati, in termini di superfici destinate a riforestazione e agricoltura conservativa e biologica senza uso di pesticidi;
- numerosità delle varietà presenti nelle aree coltivate (anche basate su Policoltura) [fig. 09];
- uso di energie rinnovabili e rispetto della risorsa acqua compatibilmente con ripristino e promozione degli ecosistemi, in particolare, in zone umide e foreste.

Si tratta di azioni concrete finalizzate ad aumentare la biodiversità, da attuare o valutare attraverso un complesso lavoro interdisciplinare che comprende un ruolo specifico anche per il progettista di architettura e design, consapevole dell'importanza di operare alle diverse scale. Suo compito è lavorare sulle costruzioni esistenti senza consumare suolo; progettare superfici esterne tenendo conto che si tratta di interfacce determinanti per la pe-

[fig. 09]
Perdita di biodiversità dell'agricoltura intensiva, visibile sullo sfondo, e varietà delle specie praticata dalla Policoltura (foto La Pica, Associazione di Promozione Sociale, da Toni Michela (2012))

[09]



[10]

netrazione dell'acqua piovana nel terreno e nelle falde; ideare opere di finitura esterne che riducano l'impatto edilizio di nuovi interventi; predisporre soluzioni per il recupero dell'acqua meteorica; prendere in considerazione la scelta di materiali provenienti dalla filiera corta e di materiali naturali dotati di certificazione di prodotto estesa all'ambiente da cui sono ricavati, e altre azioni nella direzione indicata.

Secondo questo approccio, quindi, materiali vegetali sono interessanti non esclusivamente perché possono entrare nella filiera di processi produttivi efficienti e certificati, ma in quanto la loro disponibilità indica una situazione in controtendenza rispetto alla riduzione della biodiversità e all'impatto di un'attività umana che non tenga conto dell'esigenza di rispettarla [fig. 10]. La dimensione territoriale del concetto di qualità è quindi la chiave interpretativa della coerenza dell'attività costruttiva rispetto al contesto, e l'uso di materiali naturali mette in luce, in maniera ancora più evidente di altri, il filo che lega le risorse all'ambiente da cui sono ricavate e come l'uomo le utilizza per i suoi scopi.

[fig. 10]
Biodiversità come indicatore di qualità alla scala del territorio, in linea con Goal 15 (foto di Salvatore Arero, documentazione Sicilcanne, Belpasso (CT), fotomontaggio di Michela Toni)

Conclusioni

Nel corso delle nostre ricerche, si sono approfondite specificatamente le possibilità applicative della canna palustre, che hanno confermato l'interesse per questo materiale per ottenere edifici a basso consumo energetico e ridotto impatto ambientale; nello stesso tempo, tali studi hanno affrontato in maniera organica il rapporto tra la canna palustre impiegata come materiale da costruzione e il territorio da cui è ottenuta, portando a interrogarsi sui processi di continuità o discontinuità delle geografie attuali rispetto ai tempi meno recenti, facendo emergere approcci diversi nei confronti dell'utilizzo delle risorse dell'ambiente, con le conseguenze che ne derivano. Come si è compreso, infatti, rapporti di forte sfruttamento o, all'opposto, relazioni di cura delle molteplici ricchezze umane e materiali dei diversi luoghi, determinano, da una parte, la distruzione delle risorse, dall'altro, la possibilità di disporne. Ed è su questo punto che si innesta il tema del concetto di scalarità che si è introdotto, che guarda alla ricchezza dell'ambiente naturale e a possibili indicatori di un processo che ne contrasti l'impoverimento come misura della qualità per intervenire attraverso il progetto alle diverse scale.

NOTE

[1] Lavoro di ricerca sull'uso di materiali vegetali si è sviluppato negli anni con Domenico Capuani (Università di Ferrara), Guido Iacono (Tutela della Natura e del Mare, Giunta Regionale Toscana), Luigi Dal Cin (già ARPAE Emilia-Romagna), Elisa Lo Conte (Studio AIR, Rimini), espresso anche in collaborazioni ad attività didattica all'interno del Dipartimento di Architettura di Unife.

La bibliografia alla base di tale lavoro è contenuta nei testi in *References* e non è riproposta per motivi di spazio.

[2] Vedasi Michela Toni "Architettura a chilometro zero ad Amsterdam", (Toni, 2016, pp. 112-133), in *References*: Toni Michela (a cura di), *Tecnologie e territorialità. Riflessioni su nuove visioni di sostenibilità* [Technologies and Territorial Milieu. Addressing New Visions of Sustainability], La Spezia, Moderna, 2016, pp. 143.

[3] <https://www.slowfood.it/chi-siamo/che-cose-slow-food/> [ottobre 2023]

[4] Per lavorare verso una strategia comune sulla biodiversità dei Paesi del Mediterraneo, nel 2022, presso l'Università di Palermo, è sorto il National Biodiversity Future Centre (NBCF), coordinato dal CNR con la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e finanziato dal PNRR, <https://www.nbcf.it/> [ottobre 2023]

[5] <https://www.isprambiente.gov.it/it/archivio/eventi/2022/07/presentazione-del-rapporto-nazionale-201cconsumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizio-ne-2022201d> [ottobre 2023]

[6] Film di Egidio Eronico Amate *Sponde*; direttrice della foto-

grafia Sara Purgatorio; colonna sonora Vittorio Cosma; nei cinema italiani in occasione della Giornata Nazionale del Paesaggio 2023.

Produzione EIE Film, Schicchera Production, SKY e Luce Cinecittà. Con media partnership di CNR, Legambiente e IIT; adesione di ISPRA, WWF Italia, Società Geografica Italiana e INAF; patrocinio del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

REFERENCES

Toni Michela, *Rinforzare sostenibile. Idee sull'utilizzo dell'ingegneria naturalistica attraverso esperienze in Alta Versilia e in Garfagnana*, Firenze, Alinea, 2007, pp. 128.

Toni Michela, "Semplice e complesso: primi elementi di conoscenza per un'ipotesi di utilizzo strutturale della canna palustre", pp. 1-30, in Capone Pietro (a cura di), *Ricerche ISTeA verso un'edilizia "ragionevole"*, Firenze, Medicea, 2010.

Toni Michela, *La canna palustre e il suo ambiente. Utilizzo della canna palustre nelle costruzioni*, Firenze, Alinea, 2012 a, pp. 128.

Toni Michela, *Goro Lavoro Natura Gorino. Salvaguardare l'ambiente, consolidare le opportunità di lavoro*, Borgo San Lorenzo, All'Insegna del Giglio, 2012 b, pp. 149.

Toni Michela, "Produzione edilizia in continuità con il territorio [Interdependence Between Building Resources And Territory], pp. 250-269, in Alaimo Giuseppe, Capone Pietro, Ciribini Angelo, Daniotti Bruno, Dell'Osso Guido, Nicoletta Maurizio (a cura di), *Sostenibilità ambientale, economia circolare e produzione edilizia* [Environmental Sustainability, Circular Economy and Building Production], Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2015, pp. 592.

Toni Michela (a cura di), *Tecnologie e territorialità. Riflessioni su nuove visioni di sostenibilità* [Technologies and Territorial Milieu. Addressing New Visions of Sustainability], La Spezia, Moderna, 2016, pp. 143.

Toni Michela, "Pulsations in Technology Innovation", pp. 177-203, in Chiesa Giacomo (a cura di), *Bioclimatic Approaches in Urban and Building Design*, Cham, Springer, 2021, pp. 519.

Materiali compositi rinforzati con fibre naturali

Francesco Mollica francesco.mollica@unife.it

Valentina Mazzanti valentina.mazzanti@unife.it

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Ingegneria

Una delle applicazioni più promettenti delle fibre naturali è la produzione di materiali "biocompositi", in cui le fibre naturali costituiscono il rinforzo, sostituendo con successo fibre di vetro o di carbonio. Se il ridotto impatto ambientale rappresenta una spinta verso lo sviluppo di biocompositi, nel loro utilizzo il progettista deve prestare attenzione ad una serie di inconvenienti. In questo breve contributo esamineremo questi problemi sottolineando le possibili soluzioni. In particolare, verrà trattata una speciale classe di biocompositi denominati "green composites", in cui la matrice polimerica è un materiale biodegradabile, con evidenti benefici dal punto di vista dell'ecosostenibilità.

Fibre vegetali
Compositi
Proprietà meccaniche
Tecniche di produzione
Stampa 3D

One of the most promising applications of natural fibers is the manufacturing of biocomposites materials, in which natural fibers are the reinforcement and can successfully substitute glass or carbon fibers.

Although the reduced environmental impact is an important drive towards the development of biocomposites, in their use the designer must pay attention to a number of drawbacks.

In this short review, we will look at these issues, underlining the possible solutions. In particular, a special class of biocomposites named "green composites" will be treated, in which the polymeric matrix is a biodegradable material, with obvious benefits from the eco-sustainability point of view.

*Vegetable fibers
Composites
Mechanical properties
Manufacturing techniques
3D Printing*

Introduzione

Una delle più interessanti applicazioni delle fibre naturali è la realizzazione di materiali compositi in cui le fibre naturali fungono da rinforzo. In questa applicazione, le fibre naturali vanno a sostituire le fibre di rinforzo più tradizionali, come le fibre di vetro o carbonio o kevlar (Pickering, Aruan-Efendy, Le, 2016).

L'idea di utilizzare le fibre naturali come materiale di rinforzo strutturale non è assolutamente una novità, basti pensare alle abitazioni di fango e paglia, in cui la paglia funge da fibra di rinforzo mentre il fango costituisce la matrice. In questo caso, da materiali umili e di facile reperimento si riesce a ricavare un materiale soddisfacente dal punto di vista dell'isolamento termico ed anche di discrete proprietà strutturali, in quanto le fibre naturali conferiscono una buona resistenza ai carichi tensionali, mentre il fango assicura una certa tenuta a compressione conferendo allo stesso tempo una buona protezione alla paglia nei confronti di agenti ambientali esterni.

Nel caso dei compositi rinforzati con fibre naturali, oggetto della presente comunicazione, le matrici che possono essere utilizzate devono sì assicurare la necessaria protezione alle fibre di rinforzo ma un importante requisito ulteriore è che le temperature di processo per la realizzazione del materiale siano sufficientemente contenute, in modo da non portare le fibre naturali a degradazione termo-ossidativa. Le temperature in questione non devono normalmente superare i 200°C, almeno per le fibre naturali di origine vegetale: a questa temperatura, infatti, si evita la degradazione della cellulosa e della emicellulosa, mentre si accetta la degradazione della lignina che avviene a temperature molto più basse (Mazzanti, Mollica, El Kissi, 2016).

Tale requisito esclude quindi la possibilità di utilizzare i materiali metallici e ceramici come matrici per i compositi rinforzati con fibre naturali, e anche nel caso dei materiali polimerici elimina molte plastiche più alto-fondenti. Le matrici più utilizzate, dunque, sono materiali polimerici termoplastici caratterizzati da temperature di lavorazione relativamente basse, quali le poliolefine (polietilene e, con maggiore difficoltà, polipropilene), il poli-vinilcloruro o PVC, e ultimamente anche alcune poliammidi come la PA11. Inoltre, comunque rimane la possibilità di usare materiali polimerici termoindurenti (per esempio resine epossidiche o poliestere), che rispetto ai materiali termoplastici possiedono il vantaggio di consentire una più facile impregnazione delle fibre naturali, permettendo quindi una frazione di volume di fibra più elevata.

I materiali polimerici rinforzati con fibre naturali prendono il nome collettivo di “biocompositi” e verranno trattati con un certo dettaglio in questo articolo. Probabilmente la loro caratteristica più interessante è il più ridotto impatto ambientale, rispetto ad altri materiali di tipo polimerico. Esistono tuttavia particolari biocompositi, in cui la matrice polimerica è un materiale plastico biodegradabile o compostabile, come ad esempio l'acido poli-lattico o PLA. In questo caso, il materiale risultante assume un elevato grado di interesse dal punto di vista della ecosostenibilità e i compositi di questo tipo prendono spesso il nome di “green composites” per sottolineare il loro basso impatto ambientale (La Mantia, Morrreale, 2011).

Nelle prossime sezioni di questo breve articolo verranno trattati molti biocompositi a matrice polimerica rinforzati con fibre naturali di origine vegetale, sottolineando i vantaggi e le opportunità che questi offrono al progettista, ma dando anche informazione degli svantaggi e difficoltà di utilizzo, a cui prestare attenzione in fase di progettazione, realizzazione e manutenzione. In particolare, verrà trattata anche la possibilità di utilizzare tali materiali come materia prima per l'interessante tecnologia della manifattura additiva mediante stampa 3D, una tecnologia relativamente nuova, ma che si sta affermando sempre più sia a livello industriale che domestico. Il lavoro si concluderà con un riassunto delle prospettive future per quanto riguarda la ricerca scientifica e tecnologica che viene condotta su questi interessanti materiali.

Biocompositi: vantaggi rispetto ad altri materiali

Le fibre naturali usate come rinforzo possiedono una lunga serie di vantaggi rispetto ad altri materiali. Il più ridotto impatto ambientale non è l'unico ma è certamente quello più evidente: se una consistente parte di materiale polimerico, derivata da materie prime di origine fossile, viene sostituita da materiale proveniente da risorse rinnovabili, è ovvio che complessivamente il materiale risultante possiederà una maggiore ecosostenibilità.

Tuttavia, il tipo di materiale polimerico che costituisce la matrice giocherà un ruolo importante nella quantificazione dell'impatto ambientale. Ad esempio, se la matrice è una resina termoindurente, quindi intrinsecamente di difficile riciclabilità, il materiale risultante avrà comunque un impatto ambientale superiore rispetto ad un biocomposito a matrice termoplastica. Se poi la matrice termoplastica è anche un polimero biodegradabile come il PLA o un altro poliestere biodegradabile come i poli-(i-

Fibre	Canapa	Lino	Kenaf	Carbonio	Vetro	Kevlar®
Densità [g/cm ³]	1.4	1.3	1.2	1.8	2.6	1.4

[t. 01]

drossialcanoati), il vantaggio in termini di ecosostenibilità diventa senz'altro più interessante: si tratta infatti di un materiale interamente di origine non fossile e biodegradabile, sia per quanto riguarda la matrice che per quanto riguarda le fibre di rinforzo.

Un altro vantaggio abbastanza importante di questi materiali rispetto ai compositi più tradizionali è la leggerezza: le fibre naturali, infatti, hanno una densità compresa fra 1.2 e 1.4 g/cm³ quindi decisamente più bassa delle fibre di vetro e carbonio, comparabile alle fibre di kevlar [tab. 01]. Questo rende i biocompositi materiali di interesse per molte applicazioni in cui è importante limitare il peso dei componenti, quindi per esempio nel settore automotive [fig. 01] e nel settore dei trasporti in generale (Naik, Kumar, Kaup, 2022).

Il fattore costo pure gioca a vantaggio delle fibre naturali. Molto spesso le fibre naturali utilizzate come rinforzo dei biocompositi sono fibre di scarto del settore tessile, cioè fibre che per vari motivi non è conveniente utilizzare per produrre filati. Per tale motivo queste fibre hanno in genere un prezzo competitivo. Inoltre, essendo un sottoprodotto del settore agricolo locale, sono abbastanza



[01]

[tab. 01]
Densità delle fibre naturali confrontata con fibre di rinforzo tradizionali

[fig. 01]
Portiera di automobile realizzata in fibra naturale

facilmente reperibili e questo va ad abbassare il prezzo ulteriormente.

Un altro importante vantaggio a livello tecnologico è costituito dalla bassa durezza delle fibre naturali, che quindi risultano meno abrasive nei confronti degli organi meccanici delle macchine di trasformazione. Non si tratta di un vantaggio di poco conto: processare materiali plastici rinforzati con fibre più dure come le fibre di vetro porta ad una usura più veloce di componenti importanti e costosi come gli stampi. Questo ha la conseguenza di aumentare i costi di ammortamento di queste attrezzature e ciò in ultima analisi va ad incrementare il costo degli oggetti realizzati con questo tipo di fibre di rinforzo. Da questo punto di vista, dunque, le fibre naturali consentono un ulteriore risparmio in termini di costo del prodotto finito.

Biocompositi: svantaggi rispetto ad altri materiali

Chiaramente oltre ad avere importanti vantaggi rispetto agli altri materiali, i biocompositi possiedono anche svantaggi, cui il progettista o l'utilizzatore devono prestare attenzione. Lo svantaggio più importante è probabilmente la scarsa resistenza alle alte temperature, che va a limitare la scelta di materiali polimerici che possono essere usati come matrici, come discusso precedentemente. In effetti, il limite termico a 200°C è un inconveniente importante soprattutto in quanto non ci sono attualmente possibilità di risolvere questo problema, se non utilizzare come matrici polimeri basso-fondenti, che però solitamente hanno proprietà meccaniche più scadenti rispetto ad altri materiali.

Un altro inconveniente notevole è la scarsa compatibilità chimica fra le fibre naturali e le matrici polimeriche. Questo porta alla formazione di una interfaccia fibra-matrice di qualità non eccellente, con il risultato che i carichi esterni, applicati alla matrice polimerica, verranno trasferiti con difficoltà alle fibre di rinforzo, determinando quindi una capacità rinforzante delle fibre non ideale. A differenza dell'inconveniente discusso precedentemente, però, è possibile agire in vari modi per rimediare, almeno parzialmente, a questo problema. In particolare, le strategie di solito seguite sono tre:

1. l'utilizzo di opportuni additivi nella matrice polimerica, detti agenti accoppianti, che avendo affinità chimica sia con le fibre naturali che con la matrice polimerica, si dispongono fra fibra e matrice e sono capaci di migliorare il trasferimento del carico;
2. trattamenti chimici o termochimici a carico delle fibre naturali, che ne migliorano l'attività chimica superficiale e consentono quindi una migliore interfaccia con la matrice; sono di questo tipo i trattamenti alcalini a base di soda come anche l'ossidazione mediante plasma a bassa energia;

3. il ricoprimento superficiale delle fibre con appretti, che consentono di legarsi chimicamente alla matrice polimerica.

Per quanto riguarda le proprietà meccaniche, è noto che le fibre naturali posseggano valori più bassi sia di rigidità che di resistenza, se confrontate con le fibre di rinforzo tradizionali [tab. 02] (Djafari Petroudy, 2017). In effetti, però, la caratteristica maggiormente fastidiosa delle fibre naturali a livello delle proprietà meccaniche è la dispersione dei valori soprattutto per quanto riguarda la resistenza meccanica. Questo è un problema legato soprattutto al fatto che tali materiali, essendo di origine naturale, avranno proprietà estremamente variabili in base a una grande moltitudine di fattori, quali la specie di pianta, la posizione delle fibre all'interno dello stelo, fino addirittura ad arrivare a fattori poco prevedibili quali il terreno di coltura e l'idratazione. La dispersione dei valori delle proprietà meccaniche è un problema importante per il progettista: se i valori di resistenza venissero ipotizzati nella fascia più alta fra quelli misurati, il componente in biocomposito potrebbe cedere nel caso in cui il valore effettivo di resistenza fosse più basso; di contro, se i valori resistenziali fossero ipotizzati nella fascia bassa, per ottenere un dimensionamento in vantaggio di sicurezza, molto probabilmente il pezzo risulterebbe sovradimensionato nella maggior parte dei casi, con evidente spreco di materiali e risorse.

[tab. 02]
Proprietà meccaniche delle fibre di origine vegetale confrontate con le fibre tradizionali

Fibra	Modulo di Young [GPa]	Resistenza a trazione [MPa]
Canapa	70	580-1110
Lino	28	343-1035
Kenaf	53	295-930
Carbonio HS	228	3.500-4.900
Vetro E	74	3.000
Kevlar 29 *	62	2700

[t. 02]

L'ultimo grave inconveniente delle fibre naturali è la loro igroscopicità, ovvero la capacità di assorbire l'umidità ambientale. Questa caratteristica può portare a bolle di vapor acqueo nel pezzo finito, con conseguente diminuzione delle caratteristiche meccaniche del composito, e nei casi più gravi anche ad una vera e propria degradazione chimica della matrice, nel caso in cui il materiale polimerico che la costituisce sia sensibile all'idrolisi a caldo, come per esempio per i poliesteri. Per ovviare a questo inconveniente è necessario essiccare scrupolosamente le fibre naturali prima della loro impregnazione con la matrice polimerica.

Tecnologie di realizzazione di manufatti in biocomposito

Per quanto riguarda le tecnologie disponibili per ottenere componenti in biocomposito, queste possono essere inquadrate in diversi gruppi, a seconda della lunghezza delle fibre, ovvero se corte, lunghe o continue e a seconda della natura della matrice polimerica, ovvero se il polimero della matrice è termoplastico o termoindurente.

Per quanto riguarda, ad esempio, fibre corte (cioè, di lunghezza di pochi millimetri al più) in matrici termoplastiche, le tecnologie di fatto coincidono con quelle tipiche dei materiali termoplastici comuni, come l'estrusione, lo stampaggio a iniezione, la termoformatura. Rispetto ai materiali termoplastici sarà comunque necessario essiccare il materiale in modo da evitare problematiche legate all'assorbimento di umidità. Evidentemente però, materiali termoplastici rinforzati con alte frazioni di volume di fibra avranno viscosità relativamente molto elevate, che potrebbero pregiudicare la riuscita di alcune tecnologie come lo stampaggio a iniezione che necessitano di viscosità non troppo alte. Questo impone chiaramente dei limiti al quantitativo di fibra che può essere miscelata. Nel caso di biocompositi a fibra lunga o continua, le tecnologie più semplici prevedono l'utilizzo di matrici termoindurenti, quindi le tecnologie di riferimento saranno quelle tipiche dei materiali compositi tradizionali, quali l'impregnazione manuale, lo stampaggio a compressione (o compression molding), l'avvolgimento filare (filament winding) e il "resin transfer molding" o RTM. Di particolare interesse può essere lo stampaggio a compressione che può essere utilizzato anche con compositi a matrice termoplastica, utilizzando lastre sottili o film di materiale termoplastico per facilitare l'impregnazione delle fibre naturali.

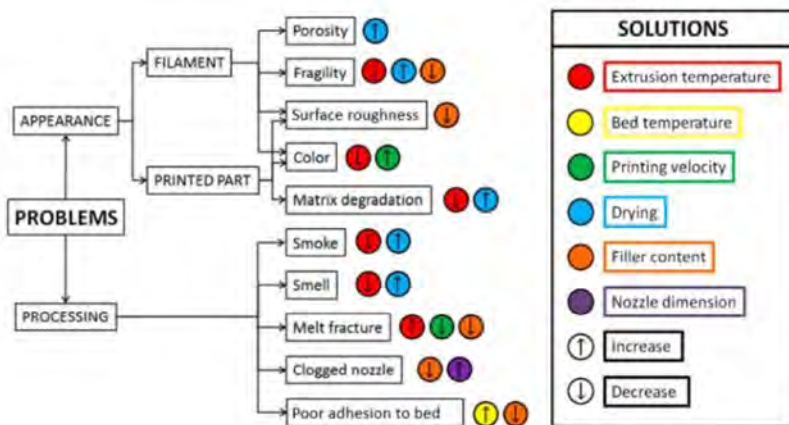
Una tecnologia che sta prendendo fette sempre più importanti di mercato è la stampa 3D a filamento, che con-

sente di realizzare manufatti in materiale termoplastico senza bisogno di investimenti importanti in stampi o altre attrezzature costose, ma soltanto utilizzando una stampante dal costo spesso molto contenuto (Mazzanti, Malagutti, Mollica, 2019). Tuttavia, sebbene il costo dell'attrezzatura di stampa sia basso, e quindi accessibile sia per piccole aziende che per privati, il costo del filamento di stampa è spesso abbastanza elevato. È possibile abbassare il costo del filamento tramite l'utilizzo di fibre naturali corte come rinforzo del materiale termoplastico, ottenendo un materiale più rigido e anche meno costoso. Inoltre, uno dei materiali maggiormente utilizzati nella stampa 3D è il PLA, quindi il materiale risultante risulterebbe un biocomposito completamente biodegradabile [fig. 02]. Nel caso della stampa 3D, il processo tecnologico è abbastanza più complesso rispetto alla stampa di materiali non rinforzati con fibra naturale, ma è possibile comunque risolvere molti dei problemi che si presentano andando a scegliere opportunamente i parametri di processo. Una possibile guida è illustrata graficamente in [fig. 03].



[02]

[fig. 02]
Filamento in biocomposito
per stampa 3D



[03]

Conclusioni e sviluppi futuri dei biocompositi

I materiali compositi rinforzati con fibre naturali di origine vegetale consentono applicazioni interessanti e allo stesso tempo possiedono un impatto ambientale molto più contenuto rispetto ai normali materiali termoplastici o rispetto ai compositi più tradizionali.

Il loro sviluppo futuro è sicuramente legato alla possibilità di risolvere alcune delle problematiche da cui sono afflitti. In particolare, la ricerca sia accademica che industriale è molto indirizzata al miglioramento delle proprietà meccaniche che, pur non riuscendo a superare le proprietà tipiche delle fibre di rinforzo tradizionali, possono comunque consentire utilizzi strutturali.

Molte attività di ricerca sui biocompositi sono rivolte al miglioramento dell'interfaccia fibra – matrice, che consente di avere un trasferimento di carico più efficace (Mazzanti, et al, 2019). Da questo punto di vista, alcuni lavori hanno messo in luce l'importanza di individualizzare le fibre naturali separandole dai fasci di fibra in cui si trovano nello stelo della pianta. Così facendo, le proprietà del composito aumentano grazie al fatto che nei fasci di fibre, il legame fra le varie fibre elementari è abbastanza debole quindi le fibre elementari che si trovano all'interno del fascio risultano essere poco caricate. Andando a trattare chimicamente e meccanicamente i fasci si riescono a individualizzare le fibre elementari e si ottengono proprietà più elevate.

[fig. 03] Problematiche di stampa 3D con biocompositi e possibili soluzioni (Mazzanti, Malagutti, Mollica, 2019)

REFERENCES

- La Mantia Francesco Paolo, Morreale Marco, "Green composites: a brief review" in *Compos. B Part A*, 42, 2011, pp. 579-588.
- Mazzanti Valentina, Mollica Francesco, El Kissi Nadia., "Rheological and mechanical characterization of polypropylene-based wood plastic composites" in *Polymer Composites*, 37, 2016, pp. 3460-3473.
- Pickering Kim Louise, Aruan-Efendy Mohd Ghazali, Le Thu Minh, "A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance" in *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 83, 2016, pp. 98-112.
- Djafari Petroudy, Seyed Rahman, "Physical and mechanical properties of natural fibers, Advanced High Strength Natural Fibre Composites" in *Construction* 2017, Pages 59-83.
- Mazzanti Valentina, Malagutti Lorenzo, Mollica Francesco, "FDM 3D printing of polymers containing natural fillers: A review of their mechanical properties", in *Polymers*, 11 (7), 2019, pp. 1-22.
- Mazzanti Valentina, Pariante Renato, Bonanno Antonio, Ruiz de Ballesteros Odda, Mollica Francesco, Filippone Giovanni, "Reinforcing mechanisms of natural fibers in green composites: Role of fibers morphology in a PLA/hemp model system" in *Composites Science and Technology*, 180, 2019, pp. 51-59.
- Naik Venkatesh, Kumar Mohan, Kaup Vijayananda "A Review on Natural Fiber Composite Materials" in *Automotive Applications Engineered Science*, 18, 2022, pp. 1-10.

I materiali biocompositi nell'economia circolare

Prospettive di sviluppo per un design sostenibile

Niccolò Colafemmina *niccolo.colafemmina@unicam.it*

Marco Manfra *marco.manfra@unicam.it*

Lucia Pietroni *lucia.pietroni@unicam.it*

Università di Camerino, Scuola di Ateneo di Architettura e Design "E. Vittoria"

La progressiva consapevolezza relativa alle problematiche della salvaguardia ambientale sta stimolando il mercato a sostituire i diffusissimi compositi in resina sintetica rinforzati con fibre di carbonio, con i biocompositi, materiali in cui una o più "fasi" hanno origine biologica. Per svilupparli, i produttori hanno inevitabilmente attinto alle fibre naturali, a quelle del legno e ai polimeri a base biologica. Attraverso un'attenta analisi sullo stato dell'arte più aggiornato, il contributo indaga le nuove frontiere materiche e gli scenari consequenziali che si stanno diffondendo in relazione ai più recenti avanzamenti tecnici e di processo legati alla sostenibilità ambientale, economica e sociale di questi particolari materiali bio-based.

Materiali biocompositi
Economia rigenerativa e circolare
Design sostenibile
Design per i territori
Selezione dei materiali

Growing concerns and increased awareness about environmental issues are leading the market to try to replace the widely used carbon-fiber-reinforced synthetic resin composites with biocomposites, in which one or more "phases" have a biological origin. To develop them, manufacturers have inevitably drawn on natural fibers, wood fibers and bio-based polymers. Through a careful analysis of the most up-to-date state of the art, the paper investigates the new material frontiers and consequential scenarios that are emerging in relation to the latest technical and process advances related to the environmental, economic and social sustainability of these particular bio-based materials.

*Biocomposite materials
Regenerative and circular economy
Sustainable design
Design for territories
Material selections*

La crescente consapevolezza collettiva sulla limitatezza delle risorse sta producendo un profondo cambiamento nello scenario delle materie prime che approvvigiano la produzione industriale. Infatti, operando in un sistema sempre più interdipendente e complesso, le imprese si trovano – oggi più di ieri – a dover affrontare i rischi della scarsità delle materie prime e della volatilità dei prezzi correlati alla loro estrazione, con effetti che si ripercuotono sia sull'economia globale, sia su interi territori e distretti produttivi locali e peculiari. A validare ciò, in ottica macroeconomica, è il "Commodity Price Index" sviluppato dai ricercatori del McKinsey Global Institute, il quale, in rapporto alla crescita della domanda globale di risorse e forniture, mostra un'impennata verticale dei prezzi dei materiali a partire dal 2005, con incrementi equiparabili solo a quelli del periodo della Prima guerra mondiale. (MGI, 2022) [fig. 01]. Va peraltro sottolineato che tale tendenza rischia di non ridimensionarsi in maniera significativa nel prossimo futuro.

Le crescenti preoccupazioni generate dai problemi di salvaguardia ambientale, congiunte alle odierne recessioni economiche e alle cogenti questioni di sperequazione sociale, stanno di fatto re-direzionando i mercati, le imprese e gli enti di ricerca verso l'individuazione di percorsi alternativi, che scorgono, ad esempio, nei materiali "circolari" un fondamento concreto della nuova economia rigenerativa e redistributiva, capace di mutare gli andamenti dominanti.

La transizione verso un'economia circolare non significa quindi solo portare aggiustamenti volti a ridurre gli impatti negativi dell'economia lineare, ma anche impone un cambiamento sistemico che generi opportunità economiche, ambientali e sociali a lungo termine. Un'economia rigenerativa, infatti, è un tipo di economia in cui le comunità partecipano a pieno titolo alla rigenerazione dei cicli vitali della Terra affinché tutti possano prosperare all'interno dei confini planetari (Ellen MacArthur Foundation, 2022).

In tale direzione si muove Kate Raworth (2017), che con la teoria della "Doughnut economics" (Economia della Ciambella), illustra una visione estremamente significativa del benessere dell'umanità, seppure enucleata in relazione ai limiti ecologici e sociali. Il diagramma della Ciambella consiste, di fatto, in una coppia di cerchi concentrici [fig. 02]. Inscritte nella circonferenza più interna, che rappresenta la base sociale, si colloca un elenco di fattori la cui privazione è ritenuta critica per le popolazioni, come la mancanza di cibo, salute e lavoro. Al di fuori della circonferenza più esterna – il tetto ecologico – si trovano

i fattori che descrivono il degrado ambientale, come ad esempio i cambiamenti climatici e la perdita di biodiversità. Lo spazio intermedio che si viene così a delimitare è quello entro cui possono essere soddisfatti i bisogni di tutti rispettando i limiti del pianeta. Pertanto, la sfida a cogliere consiste nel generare, oggi, economie e progettualità che contribuiscano a portare l'umanità nello spazio sicuro ed equo della Ciambella.



[fig. 01]
McKinsey Commodity Price Index.
Fonte: Dobbs Richard, *Resource Revolution: Tracking global commodity markets*, 2013

[fig. 02]
Il modello dell'Economia della Ciambella. Fonte: Raworth Kate, *Doughnut Economics*, 2017



[03]

Un diverso rapporto con le risorse primarie e il “milieu territoriale” (Magnaghi, 2020), come pure una rinnovata attenzione nei confronti degli scarti di filiera, della durata della vita utile e del fine vita dei prodotti, inizia a delinearsi timidamente anche nel settore dei materiali compositi, mirando a un duplice obiettivo: la sostituzione – nei compositi rinforzati con fibre di vetro o di carbonio – delle resine sintetiche con una o più “fasi” di origine biologica (Saba et al., 2021); [fig. 03] l’attuazione di logiche di upcycling e demanufacturing per il riutilizzo degli sfridi di tessuto secco o pre-impregnato in fibra di carbonio (Borjan et al., 2021).

[fig. 03]
Laminazione di una chitarra Blackbird El Capitan. Fonte: Bio-prepreg guitar – The look, feel and acoustic quality of wood

Nel contesto delle più recenti sperimentazioni su questa tipologia di materiali e delle loro tecnologie di produzione e di recupero, sarà determinante il ruolo che il designer saprà ritagliarsi nella proposta di nuove soluzioni progettuali che generino prospettive di sviluppo territoriale e di filiera, con il valore aggiunto della sostenibilità ambientale.

Il presente contributo, tra indagine fenomenologica e revisione della letteratura, intende indagare le nuove frontiere materiche e gli scenari consequenziali che si stanno diffondendo in relazione ai più recenti avanzamenti tecnici e di processo legati alla circolarità dei materiali biocompositi di origine vegetale [fig. 04].



[04]

[fig. 04]
Tavola da surf in biocomposito.
Fonte: ecoeosurf.com.au

Posizionamento dei materiali biocompositi nello scenario dei neomateriali circolari

Pur essendoci un sostanziale accordo su cos'è l'economia circolare nella sua definizione teorica e nei suoi obiettivi, la sua implementazione nei processi industriali è tuttavia ancora un tema aperto e da esplorare, specie nel settore delle fibre naturali (Bompan, Brambilla, 2021). L'idea di economia circolare comprende infatti pratiche diverse, che possono essere, ad esempio, ricondotte a strategie per la programmazione del flusso di materia che scorre da un sistema a un altro, l'estensione della vita utile di un prodotto, lo sviluppo di piattaforme di *sharing*, ma anche il passaggio da "prodotti" a "servizi" (Wimmer, Zust, 2001; McDonough, Braungart, 2002; Vezzoli, 2022). Rispetto a questo scenario, il "materiale", inteso come "protagonista fisico" della produzione industriale, assume grande centralità e come tale ne porta il peso tangibile in chiave di consumo di risorse e impatti socio-ambientali (Ashby, Johnson, 2002). È proprio in quest'accezione che il "materiale", se rinnovato o rinnovabile, può essere definito "circolare" (Franklin, Till, 2018). È nel 2014, difatti, che l'espressione "circular materials" inizia ad affermarsi: la prima conferenza internazionale sul tema, dal titolo "Future Circular Materials Conference", tenutasi a Gothenburg (Svezia), ha di fatto rappresentato un punto di incontro per la discussione su definizioni, modelli, buone pratiche e visioni sulla circolarità della materia.

Secondo la letteratura più recente, i "neomateriali circolari" vengono definiti come materiali "rinnovati e rinnovabili" (Pellizzari, Genovesi, 2021) che provengono o da risorse che sono per loro stessa natura rinnovabili, poiché di coltura, oppure da materia "rientrata" nel ciclo produttivo, sia essa proveniente da filiera omogenea o diversa. Nella fattispecie, secondo Pellizzari e Genovesi (2021) possono essere ripartiti in tre grandi gruppi: materiali *bio-based*, materiali *neoclassici*, materiali *ex-novo*.

Nella prima famiglia rientrano tutti quei materiali di origine biologica in grado di sostituire efficacemente, in tutto o in parte, i corrispondenti a base fossile non rinnovabile. Tra questi materiali oggi assumono crescente importanza i biopolimeri che sostituiscono, con prestazioni sempre più elevate, i tradizionali materiali plastici da fonte fossile (Calcagnini, Magarò, Mariani, 2018), nonché quelli "coltivati" a partire da batteri o miceli, in cui ai vantaggi della componente organica si aggiunge la sensibile riduzione dell'energia impiegata per la loro trasformazione (Coraglia, 2018).

La seconda famiglia di materiali proviene invece dalle *urban mining*. Si tratta di materiali che si inseriscono nelle

filiere classiche e già ampiamente consolidate del riciclo, come carta, vetro, alluminio, acciaio, legno e, più recentemente, plastiche, gomma e rifiuti elettronici (Corsini, Gusmerotti, Frey, 2020).

A questi si aggiunge la terza famiglia che, di fatto, comprende tutti quei materiali derivati da rifiuti urbani, industriali e edili, esclusi fino ad oggi dalle filiere classiche del riciclo, per motivi economici o di processo, e destinati inesorabilmente all'incenerimento e alla discarica. Ne sono esempi gli scarti dell'industria alimentare e cosmetica, ma anche terre di spazzamento stradali, pneumatici, polveri da inceneritore e reflui liquidi e gassosi (Esposito et al., 2020).

In relazione a questa classificazione, i materiali biocompositi – intesi in questo scritto come una particolare classe di compositi fibrorinforzati, già ampiamente industrializzati e commercializzati, in cui, immerse nella matrice termoindurente o termoplastica, trovano collocazione fibre di origine vegetale (Crivello Visconti, Caprino, Langella, 2009) – si posizionano nel nucleo dei materiali *bio-based* [fig. 05].

Pertanto, per quanto concerne l'effettiva "circolarità" del materiale biocomposito, essa sembra essere certamente garantita nella fase di "input", poiché le fibre vegetali comunemente utilizzate, estratte dallo stelo (come nel caso di iuta, lino, canapa, ibisco, ginestra), oppure dal seme (come il cotone e il kapok), ma anche dal frutto e dalla

[fig. 05]
Taglio di tessuti in
fibra di lino
per la realizzazione
di artefatti in
biocomposito.
Foto: Johannes
Nollmeyer, Bcomp,
2021



[05]



[06]

foglia (come le noci di varie piante, ad esempio il cocco, oppure le fibre di ananas, banana, palma e sisal), sono per loro stessa natura "rinnovabili" e dall'impronta di carbonio estremamente ridotta [fig. 06] (Balakrishnan et al., 2017). Di converso, la questione della "circolarità" applicata al materiale biocomposito a fine vita, in una visione "Cradle to Cradle", resta aperta e non ancora pienamente risolta, a causa del legame intrinseco tra la matrice – anche se termoplastica, dunque potenzialmente riutilizzabile – e il riempitivo/rinforzo, che rende la separazione a livello industriale costosa e complessa, per nulla vantaggiosa, oggi, per le aziende produttrici (Zhou et al., 2019). Appannaggio di chimici e ingegneri dei materiali, sono da tempo in corso sperimentazioni sul riciclo dei biocompositi fibrorinforzati aventi matrice di origine biologica, ad esempio con interfaccia PLA/canapa [fig. 07], PLA/lino, PHA/sisal o TPS+PLA/bambù, e riguardano sostanzialmente pratiche di riciclaggio meccanico e chimico o di compostaggio industriale (Shanmugam et al., 2021). Nondimeno, dal loro studio emergono ulteriori punti di criticità e limiti che ostacolano il percorso verso la "circolarità totale" di questi particolari materiali. Si tratta, da un lato, dell'accorciamento delle fibre durante il processo di macinazione e del deterioramento delle proprietà meccaniche complessive dei materiali separati (Chaithanya et al., 2019), dall'altro, del necessario utilizzo di solventi e catalizzatori chimici per separare la fibra senza intaccarla in lunghezza (Rybicka, Tiwari, Leeke, 2016).

Qualora, all'opposto, si optasse a fine vita per la non separazione del rinforzo dalla matrice, ecco che i biocompositi più innovativi – con matrice di derivazione naturale – possono allora essere sia compostabili industrialmente, sia triturabili e riutilizzabili, ad esempio, come riempitivi e

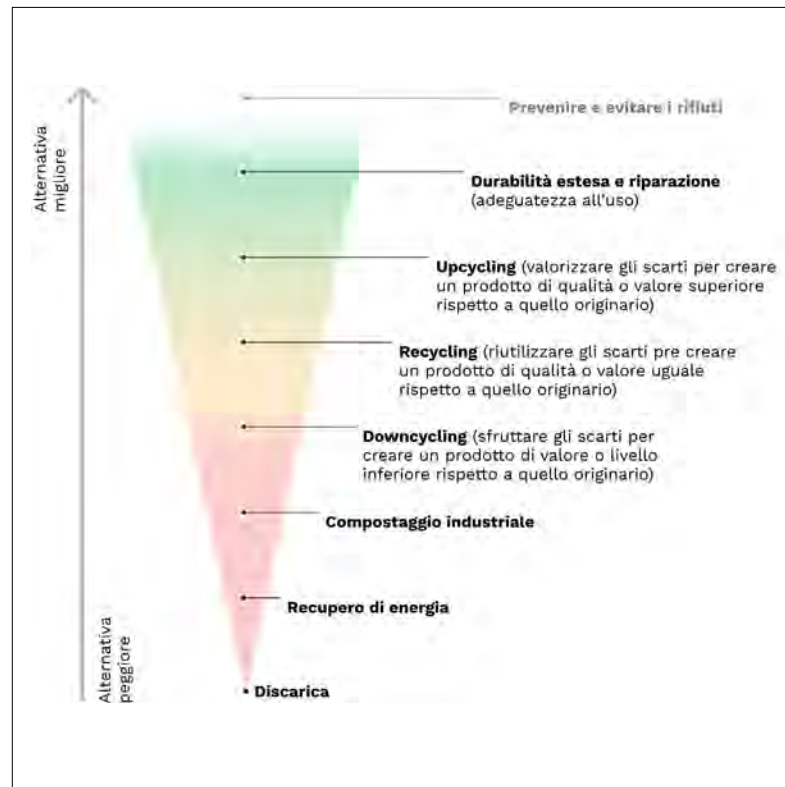
[fig. 06]
Fibre di lino.
Fonte:
www.bluecity.nl



[07]

inerti nella produzione di malte cementizie polimeriche per l'edilizia a basso costo (Shanmugam et al., 2021). Ciò detto, appare evidente come, nonostante questi materiali possano essere definiti "circolari", per la loro stessa natura organica e rinnovabile, essi si inseriscono con modalità diverse nei percorsi previsti dall'economia circolare, a seconda della tipologia specifica della materia progettata e, di converso, dal manufatto a cui vengono applicati (Jefferson Andrew, Dhakal, 2022). A titolo esemplificativo, un portello per automobili da racing in fibra di lino/epossidica termoindurente, seppur potrebbe essere tecnicamente reindirizzato al recupero della fibra, ha oggi il suo fine vita nello scenario meno preferibile dell'economia circolare, ovvero nell'incenerimento o nella termovalorizzazione; diverso è il caso di un packaging ottenuto da scarti della filiera agroalimentare, il quale rientra senza troppe difficoltà nella filiera del compostaggio.

[fig. 07]
Compound di PLA
con fibre di canapa.
Fonte: canapuglia.it



[08]

Come prima conclusione sullo stato dell'arte appena delineato, si evince come nella ricerca applicata sia maggiore l'impegno sulle soluzioni di riciclo e di recupero delle fibre, nonché sulla biodegradabilità e compostabilità della materia, a scapito di più ampi ragionamenti concernenti, in ordine di preferibilità, l'adeguatezza d'uso del materiale, l'aumento della durata utile del prodotto, la possibilità di manutenzione e di riparazione, e, infine, il riutilizzo dell'intero componente in applicazioni diverse (seguendo logiche di *upcycling*) [fig. 08].

[fig. 08]
Le alternative preferibili nella gestione
del rifiuto. Rielaborazione: Marco
Manfra, Niccolò Colafemmina, 2022



[09]

Fibre vegetali meno comuni: un'opportunità per la ricerca nel settore dei biocompositi

Molteplici sono le piante che, da sempre, diventano materia prima per scopi diversi dall'alimentare, approdando così in diversi settori: dalla moda all'imballaggio, dalle costruzioni – sia in elementi strutturali, sia di isolamento termico – all'arredo, dall'*automotive* ai prodotti di largo consumo. Oltre alle piante d'alto fusto, tipicamente da legname, si coltivano graminacee, come per esempio la canna da zucchero per biomasse, o piante da cui estrarre lattici e gomme, ma anche arbusti da cui ricavare fibre tessili come il cotone, il lino e la canapa.

Più recentemente, la ricerca si è rivolta verso piante che crescono con maggiore rapidità e ridotto impiego di acqua, oltre che verso specie con rendimenti più alti o di cui è possibile utilizzare ogni parte. Un grande interesse è sorto, per esempio, attorno alle alghe, come fonte alternativa di materia prima, sia per la rapidità con cui si sviluppano, sia per la ridotta quantità di energia necessaria per farle crescere (Peruccio, Vrenna, 2019).

Di tutte queste specie vegetali si impiegano i fusti, le foglie, i frutti e i semi, utilizzando il più possibile la pianta e riducendo al minimo gli scarti. Ciò resta valido anche nel settore delle fibre e dei tessuti per la realizzazione di materiali biocompositi [fig. 09].

Consolidate le peculiarità – e industrializzati i processi – del lino, della canapa, della sisal e del bambù, come rinforzi per i “biocompositi standard”, è durante l'ultima

[fig. 09]
Tecnologia per
la tessitura di lino
nello stabilimento
produttivo
Bcomp di Friburgo
(Svizzera).
Fonte: Bcomp /
Flurin Efinger, 2021

decade che i ricercatori dei materiali hanno iniziato a raccogliere e categorizzare informazioni inerenti alle caratteristiche prestazionali di fibre vegetali insolite e meno comuni, altresì finalizzate al loro potenziale utilizzo come rinforzo dei materiali compositi. Ne è un esempio il gombo (*Abelmoschus esculentus L.*), coltivato a scopo alimentare in tutta l'Asia tropicale, dove oggi lo stelo, dal quale si potrebbe ricavare la fibra, è trattato come uno scarto agricolo, ma è anche il caso della ferula [fig. 10] (*Ferula Communis*) o della canna comune (*Arundo donax L.*), che crescono spontaneamente nei terreni poveri del bacino del Mediterraneo, oppure del carciofo, del boraso, dell'erba di Napier, del *Cissus quadrangularis* o della *Grewia optiva* (Saradini, Fiore, 2018). Seppur l'adozione su larga scala di queste fibre meno comuni – soprattutto per applicazioni strutturali – sembra essere lenta a causa della mancanza di fiducia nelle loro prestazioni e dalla carenza di dati specifici, è bene sottolineare che, allo stato di fatto, queste fibre potrebbero offrire vantaggi alla so-



[10]

[fig. 10]
Ferula communis
spontanea nell'Area
Archeologica del
“Castellaccio”
di Lentini (SR).
Fonte: facebook.com/
parcastellacciolentini,
2016

cietà in modo particolare da un punto di vista socioeconomico. È proprio in questo quadro, che i biocompositi, se derivati da fibre vegetali meno comuni, possono trovare applicazione diretta nelle società rurali, soprattutto in quelle aree geografiche meno sviluppate o in crisi, dove queste fibre sono abbondanti e possono garantire benefici economici e sociali, come pure diventare un mezzo per la rigenerazione di distretti produttivi circolari “a base locale”, attraverso l’attivazione di simbiosi produttive, di piccola scala, e processi endogeni ad alto valore aggiunto di conoscenza e creatività (Morpurgo, 2022; Cardini, 2022).

Riflessione sulla progettazione dei materiali biocompositi: la dimensione sociale e territoriale della sostenibilità

L’incremento continuo del numero di nuovi materiali compositi, dovuto anche all’utilizzo di nuove materie prime, che siano esse bio-based o meno, seconde o riciclate, riapre e riattualizza la questione dell’iperscelta del materiale, già introdotta da Ezio Manzini nel suo volume “La materia dell’invenzione” (1986).

La problematica della selezione del materiale continua a essere un fattore cruciale nel settore dei compositi, poiché sono di fatto materiali “a genesi combinatoria” e dal comportamento anisotropico, che richiedono una progettazione sartoriale per giungere al prodotto finito. Inoltre, l’iperscelta è divenuta negli anni più complessa sia per la crescente importanza della valutazione della loro sostenibilità ambientale sia per i numerosi avanzamenti tecnologici relativi alle materie prime e ai loro processi produttivi: emerge da un lato, l’importanza del valore della durata e dell’adeguatezza all’uso di questi materiali nell’intero ciclo di vita del prodotto – consapevolezza già consolidata per le materie plastiche – dall’altro, l’avanzamento tecnologico relativo alla qualità dell’interfaccia tra fibra naturale e matrice, raggiunta soprattutto con i recenti sviluppi nanotecnologici.

In tale direzione, il crescente scambio di conoscenze interdisciplinari nella progettazione dei materiali compositi ha fatto emergere la necessità dello sviluppo di pratiche di Concurrent Engineering (CE), come metodologie ad oggi imprescindibili per la fabbricazione di questi particolari materiali, anche se la loro adozione fatica a decollare nella pratica (Sapuan, 2017). Nei contesti di CE, l’utilizzo di software per la valutazione e la scelta dei materiali (Computerized Materials Selection systems, CMS) risulta essenziale. Dal loro avvento, questi strumenti si sono evoluti attraverso una maggiore potenza computazionale e l’utilizzo di sistemi esperti cooperanti con le Artificial

Neural Networks (ANN). Questi sistemi sono utilizzati per lo più nei problemi di ottimizzazione dei materiali biocompositi in fibra naturale (Ahmed Ali et al., 2015) e hanno permesso di efficientare la classificazione di questi materiali semplificando i processi di selezione e di progettazione delle prestazioni.

Tuttavia, sebbene siano in grado di risolvere in modo estremamente efficiente le problematiche tecnico-prestazionali richieste dalle specifiche di progetto, restano poco efficaci nella generazione di risposte innovative – e alternative – che tengano ben presente il contesto socio-territoriale delle filiere produttive, auspicabilmente corte, in cui il manufatto viene progettato e realizzato.

Un approccio alla progettazione del materiale biocomposito, completamente estraneo dalle possibilità e peculiarità territoriali rischia di portare a soluzioni sfavorevoli e non sostenibili, non correlate al tessuto produttivo locale. Sulla base di ciò, il design, tra le varie discipline coinvolte, può svolgere un ruolo di “attante” (Niessen, 2007), affinché possa stabilire un dialogo progettuale che permetta di integrare, alla prestazione ingegneristica, aspetti altri come la cultura materiale, le tracce di saperi locali – taciti o espliciti – (Morelli, Sbordone, 2018), la storia del luogo e delle tradizioni (Fagnoni, 2018), aprendo all’opportunità di connessione di nuove filiere e nuovi prodotti, innescando processi di cambiamento radicale a favore della conservazione e rigenerazione della biodiversità territoriale.

Il problema della progettazione e selezione del materiale biocomposito, dunque, non può trovare risposta attraverso la sola analisi prestazionale, ma necessita di nuove metodologie e strumenti ben integrati, capaci di coadiuvare i processi di design nell’ottenimento di risposte coerenti con l’adeguatezza all’uso e la durata del prodotto, ma soprattutto innovative per la valorizzazione delle risorse territoriali a base locale.

Conclusioni

Nel contesto delineato, si è tentato di far emergere una visione economica rigenerativa che, nel produrre utili e ricchezza per i territori ove è applicata, ponga al centro del proprio sviluppo la sostenibilità ambientale, economica e sociale, favorendo maggiormente i processi di integrazione della manodopera locale e la riduzione del consumo di risorse non rinnovabili, sfruttando invece ciò che fino a poco prima era considerato solo uno “scarto” (Antonioni, 2021), oppure (ri)valorizzando materie prime naturali, da tempo dimenticate, che si stanno oggi riscoprendo (Finessi, 2014). La disciplina del design dovrà sempre

più riflettere sulla capacità di connettere comunità locali, luoghi, istituzioni e imprese, facilitando così processi di simbiosi industriale, di piccola scala, entro cui tutte le parti della catena del valore lavorano congiuntamente: dai “coltivatori della materia” ai trasformatori della stessa, dai produttori di attrezzature alle università, dagli artigiani di differente maestria alle industrie di lavorazione. Per ambire a ciò sarà utile adottare un approccio progettuale che parta da quello che è presente in una data area geografica (esplorazione territoriale), svolgendo ricerche sul campo con il supporto di attori locali, impostando ogni azione sulla base della capacità delle risorse territoriali – tangibili e intangibili – favorendo la partecipazione di soggetti e ruoli diversi. È fondamentale, infatti, considerare la valorizzazione dei territori – e dei suoi distretti produttivi – come ambito d’intervento del design sostenibile non solo dal punto di vista di soluzioni innovative di prodotto, certamente necessarie, ma come risorsa capace di attivare tutte quelle relazioni che determinano un incremento di valore complessivo (Villari, 2012; Parente, Sedini, 2018), ovvero avviare progetti aperti al dialogo costante con il territorio, idonei all’interpretazione di nuovi modi di produrre e di fruire delle cose, verso l’obiettivo congiunto di riaprire processi per l’attivazione di comportamenti virtuosi (Sironi, 2018). Nel settore dei materiali biocompositi, il compito del designer sarà, dunque, quello di proporre soluzioni innovative che rispondano ai bisogni tecnici e prestazionali dell’artefatto, considerando maggiormente anche gli aspetti della durata programmata – per mezzo di un’adeguata selezione del materiale –, stimolando e coadiuvando altresì la cooperazione al progetto di tutti i soggetti territoriali per rafforzare i legami tra le imprese di uno stesso territorio, disegnando, infine, filiere sostenibili e circolari a favore della valorizzazione dell’identità territoriale.

REFERENCES

- Manzini Ezio, *La materia dell’invenzione*, Milano, Arcadia, **1986**, pp. 255.
- Wimmer Wolfgang, Zust Rainer, *Ecodesign pilot. Product investigation, learning and optimization tool for sustainable product development*, London, Kluwer Academic Publishers, **2001**, pp. 112.
- McDonough William, Braungart Michael, *Cradle to Cradle. Remaking The Way We Make Things*, New York, North Point Press, **2002**, pp. 192.
- Ashby Mike, Johnson Kara, *Materials and design: the art and science of material selection in product design*, Oxford, Butterworth-Heinemann, **2002**, pp. 381.

Niessen Maria Bertram, *Città creative: una rassegna critica sulla letteratura e sulle definizioni*, Milano, University of Milano-Bicocca, **2007**, pp. 20.

Crivelli Visconti Ignazio, Caprino Giancarlo, Langella Antonio, *Materiali compositi: tecnologie, progettazione, applicazioni*, Milano, Hoepli, **2009**, pp. 298.

Villari Beatrice, *Design per il territorio: un approccio community centred*, Milano, FrancoAngeli, **2012**, pp. 131.

Finessi Beppe (a cura di), *Il design italiano oltre la crisi. Autarchia, austerità, autoproduzione*, Mantova, Corraini, **2014**, pp. 394.

Basheer Ahmed Ali, Sapuan Salit Mohd, Zainudin Edi Syams, Othman Mohamed, “Integration of Artificial Neural Network and Expert System for Material Classification of Natural Fibre Reinforced Polymer Composites”, *American Journal of Applied Sciences*, n. 12 (3), **2015**, pp. 174-188.

Rybicka Justyna, Tiwari Ashutosh, Leeke Gary A., “Technology readiness level assessment of composites recycling technologies”, *Cleaner Production*, n. 112, **2016**, pp. 1001-1012.

Balakrishnan Asaithambi, Gowri Shankar Ganesan, Srinivasan Ananda Kumar, “Banana/sisal fibers reinforced poly(lactic acid) hybrid biocomposites, influence of chemical modification of BSF towards thermal properties”, *Polymer COMPOSITES*, n. 38 (6), **2017**, pp. 1053-1062.

Raworth Kate, *L’economia della ciambella*, Milano, Ed. Ambiente, **2017**, pp. 302.

Sapuan Salit Mohd, “Materials Selection for Composites: Concurrent Engineering Perspective”, *Composite Materials Concurrent Engineering Approach*, n. 7, **2017**, pp. 209-271.

Calcagnini Laura, Magarò Antonio, Mariani Massimo, “Biopolimeri dagli scarti della filiera agroalimentare. Bioplastiche e biopolimeri come alternative ai materiali tradizionali: stato dell’arte e prospettive future della ricerca”, *Officina**, n. 21, **2018**, pp. 22-27.

Coraglia Valentina, “Natura 4.0, Avanguardie bio- ispirate per il design del futuro. Imitazione, collaborazione, ingegnerizzazione, manipolazione: nuovi metodi produttivi basati su sistemi viventi”, *Officina**, n. 21, **2018**, pp. 28-27.

Franklin Kate, Till Caroline, *Radical Matter: Rethinking Materials for a Sustainable Future*, London, Thames & Hudson, **2018**, pp. 256.

Sarasini Fabrizio, Fiore Vincenzo, “A systematic literature review on less common natural fibres and their biocomposites”, *Cleaner Production*, n. 95, **2018**, pp. 240-267.

Fagnoni Raffaella, “Da Ex a Next. Design e territorio, una relazione circolare basata sulle tracce”, *MD Journal*, n. 5, **2018**, pp. 16-27.

Sironi Marco, “Neo-local design. Esperienze di progetto a dialogo coi luoghi”, *MD Journal*, n. 5, **2018**, pp. 82-93.

Morelli Nicola, Sbordone Maria Antonietta, “Il territorio delle relazioni. Il Design infrastructuring per i contesti locali”, *MD Journal*, n. 5, **2018**, pp. 176-185.

Parente Marina, Sedini Carla (a cura di), *D4T: design per i territori: approcci, metodi, esperienze*, Trento, ListLab, **2018**, pp. 281.

Yonghui Zhou, Peyo Stanchev, Evina Katsou, Said Awad, Mizi Fan, "A circular economy use of recovered sludge cellulose in wood plastic composite production: Recycling and eco-efficiency assessment", *Waste Management*, n. 99, **2019**, pp. 42-48.

Chaitanya Saurabh, Singh Inderdeep, Song Jung Il, "Recyclability analysis of PLA/Sisal fiber biocomposites", *Compos. Part B*, n. 173, **2019**, Article 106895.

Peruccio Pier Paolo, Vrenna Maurizio, "Design and microalgae. Sustainable systems for cities", *AGATHÓN | International Journal of Architecture, Art and Design*, n. 6, **2019**, pp. 218-227.

Magnaghi Alberto, *Il principio territoriale*, Torino, Bollati Borinighieri, **2020**, pp. 328.

Corsini Filippo, Gusmerotti Natalia Marzia, Frey Marco, "Consumer's Circular Behaviors in Relation to the Purchase, Extension of Life, and End of Life Management of Electrical and Electronic Products: A Review", *Sustainability*, n. 12(24), **2020**, Article 10443.

Vigneshwaran Shanmugam, Osik Das, Rasoul Esmaeely Neisiany, Karthik Babu, Sunpreet Singh, Mikael S. Hedenqvist, Filippo Berto, Seeram Ramakrishna, "Polymer recycling in additive manufacturing: an opportunity for the circular economy", *Mater. Circular Econ.*, n. 2 (11), **2020**, Article 3455.

Esposito Benedetta, Sessa Maria Rosaria, Sica Daniele, Mandrino Ornella, "Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review", *Sustainability*, n. 12(18), **2020**, Article 7401.

Antoniol Emilio, "Nuove economie dagli scarti. Processi circolari per la ricostruzione e lo sviluppo socio-economico in Africa e Medio Oriente", *Officina*, n. 33, **2021**, pp. 68-71.

Borjan Dragana, Knez Željko, Knez, Maša Knez, "Recycling of Carbon Fiber-Reinforced Composites-Difficulties and Future Perspectives", *Materials (Basel)*, n. 14 (15), **2021**, Article 4191.

Naheed Saba, Mohammad Jawaid, Mohamed Thariq (a cura di), *Biopolymers and biocomposites from agro-waste for packaging applications*, Amsterdam, Elsevier, **2021**, pp. 300.

Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (a cura di), *Neomateriali 2.0 nell'economia circolare*, Milano, Ed. Ambiente, **2021**, pp. 211.

Shanmugam Vigneshwaran, et al., "Circular economy in biocomposite development: State-of-the-art, challenges and emerging trends", *Composites Part C*, n. 5, **2021**, Article 100138.

Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria Nicoletta, *Che cos'è l'economia circolare*, Milano, Ed. Ambiente, **2021**, pp. 236.

Morpurgo Eugenia, "Syntropic Materials. Designing Forests to Design Natural Materials", pp. 223-239, in Loreno Arboritanza, Anna Chiara Benedetti, Karilene Rochnik Costa, Simone Gheduzzi, Rosa Grasso, Ivano Gorzanelli, Simona Rinaldi, Ilaria Ruggeri, Laura Succini, Ilaria Maria Zedda (a cura di), *The Ecological Turn. Design, architecture and aesthetic beyond "Anthropocene"*, TU Delft Open – CPCL Journal, Delft-Bologna, **2022**.

Vezzoli Carlo (a cura di), *System design for sustainability in practice. Methods, tools and guidelines to design Sustainable Product-Service Systems applied to Distributed Economies*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, **2022**, pp. 272.

Jefferson Andrew J., Dhakal Hom Nath, "Sustainable biobased composites for advanced applications: recent trends and future opportunities. A critical review", *Composites Part C*, n. 7, **2022**, Article 100220.

Cardini Paolo, "Endogenesis", *DIID – Disegno Industriale Industrial Design*, n. 76, **2022**, pp. 16-21.

Ellen MacArthur Foundation, *Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*, <https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o> [ottobre **2023**]

McKinsey Global Institute, *Growth within. A circular economy vision for a competitive Europe*, <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Circular%20economy%203.pdf> [ottobre **2023**]

La fibra di basalto: ricerche materiche applicate al design

Marco Mancini

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura
marco.mancini@unife.it

Dalla roccia basaltica, materiale di larga diffusione ed impiego, è possibile ottenere un filamento fibroso continuo che può essere tessuto. La fibra naturale minerale di basalto, caratterizzata da eccellenti proprietà chimiche e meccaniche, è sempre più impiegata in ambiti tecnologici ad alta performance, vista anche la sua intrinseca sostenibilità. Questo contributo si propone l'obiettivo di esplorarne anche la valenza estetica, proponendo un'estensione del suo utilizzo in riferimento ad aspetti percettivi quali il colore, la texture, la "pelle" del materiale tessile. I risultati ottenuti sono incoraggianti e lasciano intravedere la possibilità di nuovi scenari applicativi in ambito product e textile design.

Fibra di basalto
Fibra minerale naturale
Product design
Textile design
Innovazione.

From basalt rock, a widely used and popular material, it is possible to obtain a continuous fibrous filament that can be woven. Natural basalt mineral fiber is characterized by excellent chemical and mechanical properties, so it is increasingly used in high-performance technological fields, given also its inherent sustainability. This contribution aims to explore its aesthetic value as well, proposing an extension of its use with reference to perceptual aspects such as color, texture, and the "skin" of the textile material. The results obtained are encouraging and hint at the possibility of new application scenarios in product and textile design.

*Basalt fiber
Natural mineral fiber
Product design
Textile design
Innovation.*

Il basalto

Il basalto è generato da un magma eruttivo che, a contatto con l'aria o l'acqua, subisce un rapido raffreddamento e una brusca riduzione di pressione che ne arrestano il processo di cristallizzazione, conferendo al materiale una struttura molto compatta a pasta microcristallina di colore scuro tendente al nero (Caretto, et al., 2017, p. 7) [fig. 01]. Grazie alla sua durezza e resistenza il basalto è un materiale usato da millenni per realizzare strade ed edifici, ma anche per opere scultoree destinate a durare nel tempo, come i sarcofagi egizi custoditi all'interno delle piramidi. Una delle caratteristiche principali del basalto è l'estrema lavorabilità: può essere fuso e colato in stampi, può essere scolpito e fresato per essere poi nuovamente fuso ed assumere nuove forme. Questo suo ciclo di vita con possibilità di rigenerazione lo rende un materiale particolarmente sostenibile.

La fibra di basalto

Nei primi decenni del Novecento [1], partendo dai procedimenti di fusione del basalto utilizzati per la realizzazione di componenti seriali (impiegati per la loro resistenza meccanica, al fuoco e agli agenti chimici), furono sviluppate le prime tecnologie idonee a generare un filamento continuo da una massa fusa ad alta temperatura. La formazione della fibra dipende dalla viscosità della massa fusa, la quale ha una forte relazione con la temperatura (Sheldon, 1977, p. 18). La tecnologia prevalente per l'ottenimento di fibre dal basalto prevede il riscaldamento del materiale selezionato fino a 1400-1500°C per 24 ore, e l'impiego dei sistemi di trafilatura meccanica con utilizzo di una boccia di rodio-platino riscaldata a resistenza (Liu, et al., 2022, p. 4). A differenza della fibra di carbonio, generata da precursori polimerici (rayon, poliacrilonitrile, poliammidi aromatiche, resine fenoliche) oppure da residui della distillazione del petrolio o del catrame (Civelli Visconti et al., 2009, p. 34), la fibra di basalto appartiene alla categoria delle fibre naturali di origine minerale (Frassine, et al., 2008, p. 14). Per la sua produzione, infatti, sono utilizzate soltanto pietre, con un vantaggio notevole dal punto di vista della sostenibilità, vista anche la possibilità di reimpiego e di reimmissione, all'interno del ciclo, degli scarti o delle fibre stesse.

Caratteristiche e proprietà

La fibra di basalto ha un aspetto cilindrico liscio con superficie omogenea, dovuta all'assenza di ulteriori materiali aggiunti nella fusione. È di colore marrone con riflessi dorati. Il filamento che si ottiene durante la trafilatura



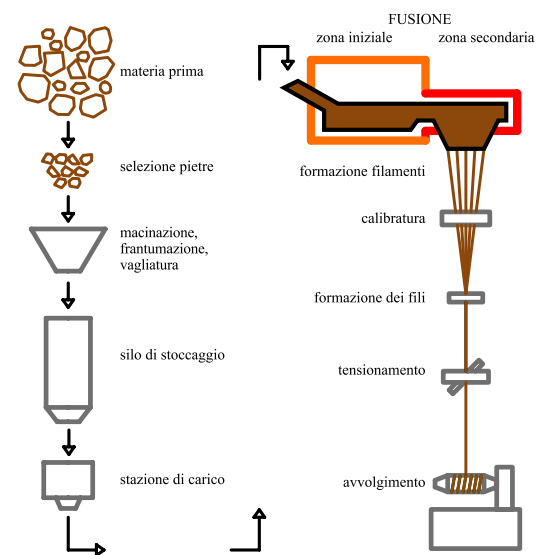
[01]

può variare in spessore, in base alla velocità della trafilatura e alla temperatura [2] (Parmar, Mankodi, 2016, p. 44). Uno degli impieghi prevalenti del basalto e della sua fibra è legato alle caratteristiche di alta resistenza al calore e alla fiamma. Il punto di rammollimento (*softening point*) e la massima temperatura di esercizio (*maximum working temperature*) della fibra di basalto sono notevolmente più alti rispetto a quelli della fibra di vetro di tipo E ed S e della fibra di carbonio. Inoltre, data anche la temperatura minima di esercizio, il range teorico di utilizzo della fibra di basalto va da -260°C a 960°C, rendendo questo materiale adatto ad applicazioni molto specifiche, ad esempio come materiale tessile ad alte prestazioni isolanti in ambiti estremi (Liu, et al., 2022, p. 6). Le fibre di basalto possono resistere anche alla fiamma viva [3]. Il modulo elastico delle fibre di basalto è paragonabile a quello delle fibre di vetro, superiore rispetto al tipo E, ma inferiore rispetto al tipo S. I valori di allungamento a rottura (*elongation at break*) sono superiori rispetto a quelli della fibra di carbonio ma inferiori rispetto alla fibra di vetro. Per quanto riguarda la resistenza alla trazione (tensile strength), le fibre di basalto presentano valori simili alle fibre di vetro di tipo E. Levita (2008, p. 16) evidenzia che la resistenza delle fibre di basalto diminuisce all'aumentare della lunghezza, prevalentemente per la maggior

[fig. 01]
Colonne di basalto, Stúðlaberg, monte Reynisfjall, Islanda. Immagine di Jennifer Boyer

concentrazione di difetti in fase di produzione rispetto alle fibre di vetro. Quasi a conferma della sua genesi, i valori di resistenza della fibra di basalto migliorano con l'aumentare della temperatura. Uno schema delle principali proprietà della fibra di basalto è riportato in [tab. 01]. Durante il processo di produzione della fibra di basalto normalmente non vengono aggiunti altri prodotti come additivi chimici, solventi, pigmenti, pertanto la fibra presenta la stessa composizione del minerale di partenza, senza degradazione e senza emissione di sostanze nocive. Naturalmente e totalmente inerte, non ha reazioni a contatto con l'aria o con l'acqua, né sono state evidenziate reazioni chimiche di contatto, è inoltre incombustibile e a prova di esplosione. La fibra di basalto è impiegata anche in contesti dove sia richiesta un'alta resistenza agli agenti atmosferici e chimici. Gli elementi alcalini presenti nel basalto [4], conferiscono al materiale un'eccellente resistenza alla corrosione. Uno studio (Liu, et al., 2022, p. 7) dimostra una migliore resistenza alla corrosione salina e alcalina da parte delle fibre di basalto rispetto a quelle di vetro. Non essendo un materiale conduttore, è possibile impiegare la fibra di basalto in diversi settori industriali caratterizzati da impiego di apparecchiature elettriche ad alto e a basso voltaggio.

Schema delle fasi di produzione della fibra di basalto



[tab. 01]
Schema delle fasi di produzione della fibra di basalto in forma continua. Elaborazione dell'autore

La produzione e i trattamenti superficiali

La possibilità di generare fibre direttamente dalla materia prima viene sfruttata da diverse tecnologie di produzione che consentono di ottenere fibre di basalto di due principali categorie: la fibra discreta o discontinua (lana di roccia, fibre in scaglie, fiocchi e polveri) e quella continua, che può essere poi tessuta in molti formati commerciali.

In questo contributo verrà posta l'attenzione unicamente sulla produzione di fibra in forma continua. La fibra continua viene prodotta [fig. 02] a partire da una sola materia prima, la roccia di basalto, che viene trasformata tramite macchine disposte in un'unica linea produttiva o sistemate in unità modulari. Il primo passaggio è la selezione delle pietre, al quale segue una frantumazione [5] ed una separazione magnetica per discernere le parti metalliche. Dopo tali fasi avviene il lavaggio e l'essiccazione ad aria naturale o in essiccatoi speciali (Abdiev, Safarov, 2022, p. 222). Le rocce di basalto frantumate vengono poi trasportate nel forno provvisto di sistema di riscaldamento a due fasi, con controlli separati; terminata la seconda fase di riscaldamento, il materiale liquido esce da boccole in lega di platino-rodio che formano il filamento che viene poi allungato e avvolto [6]. La fibra di basalto in forma tessile reperibile in commercio è prevalentemente destinata all'impiego come materiale composito, di conseguenza sono necessari dei trattamenti superficiali finalizzati a migliorare adesione e compatibilità con le resine che verranno impiegate, dal momento che la superficie della fibra di basalto è generalmente liscia e inerte e non offre un'adesione ottimale con la matrice di resina. La modifica della superficie delle fibre è di tipo fisico, quando interviene migliorando la meccanica dell'adesione con la matrice resinosa, oppure di tipo chimico tramite il miglioramento della forza di legame dell'interfaccia. (Liu, et al., 2022, p. 9).

Scenari futuri

Per le proprie caratteristiche di ecocompatibilità, le fibre di basalto possono in certi ambiti risultare più vantaggiose di quelle di vetro o di carbonio. A livello mondiale la produzione di fibra di basalto è concentrata prevalentemente in Russia, Ucraina e Cina. In una prospettiva di sviluppo di nuovi stabilimenti di produzione nei paesi europei più ricchi di giacimenti di basalto, come ad esempio l'Italia, la ricerca tecnologica può aiutare a ottimizzare la gestione dei processi. I problemi maggiori riguardano i costi iniziali di investimento, legati prevalentemente al costo di acquisto e manutenzione delle filiere in lega

di platino-rodio [7], da sostituire frequentemente per il verificarsi di fenomeni di degrado che impediscono un controllo preciso dei diametri del filamento. Per cercare di superare questo ostacolo, sono stati studiati e testati nuovi materiali da impiegare per la produzione delle filiere, come ad esempio il disiliciuro di molibdeno (MoSi₂) drogato con nitrato di silicio (Si₃N₄) che ha restituito risultati incoraggianti (Caretto et al., 2017).

Applicazioni di tipo tessile

Il roving e lo yarn, rulli di filo continuo, sono i primi sottoprodotti generati dalla trasformazione del basalto da roccia in fibra continua. Da tali rulli si ottengono reti, mesh [fig. 03] oppure tessuti – *fabrics* – in forma di stoffe o tele. I nomi commerciali variano in base alle aziende produttrici: possiamo citare *basalt woven textile*, *basalt knitted fabric*, *plain basalt woven fabric*, *braided basalt fabric*. Caratteristiche importanti sono «la possibilità di ottenere la multiassialità per conferire specifiche caratteristiche politropiche strutturali o la possibilità di avere insieme più strati di tipo diverso, come avviene nel caso della comune fibra di vetro (tessuto+mat, tessuto+chopped, tessuto+nonwoven eccetera)» (Landucci, 2008, p. 19). Il tessuto può essere a sua volta distribuito in rotoli, fogli oppure essere lavorato a formare le cosiddette *calze* o *sciarphe* per rivestimento, impiegate soprattutto quando il materiale deve resistere a fonti dirette di calore o di fiamma, ad esempio come rivestimento di tubazioni o elementi strutturali senza l'impiego di resine. Le applicazioni correnti della fibra di basalto riguardano prevalen-

[fig. 03]
Reti e mesh in
fibra di basalto.
Immagine
concessa da
Basaltex



[03]

temente ambiti quali l'edilizia, i trasporti, la produzione di attrezzature sportive, la protezione della persona. In edilizia la fibra di basalto è usata in maniera crescente come rinforzo strutturale, in sostituzione della fibra di carbonio, per la sua maggiore economicità e alta compatibilità con i prodotti chimici sempre più performanti impiegati nel consolidamento. Un impiego tipico è la cerchiatura di pilastri con reti a maglie più o meno fitte oppure l'ausilio nel consolidamento di volte. La possibilità di realizzare compositi ad alte prestazioni ha permesso al materiale di essere apprezzato per le sue caratteristiche in nautica, aeronautica e industria aerospaziale, sia per realizzare componenti strutturali che di rivestimento, anche in elementi stratificati tipo sandwich. Un ambito promettente è quello dell'impiego in componenti per pale eoliche, data la resistenza meccanica e agli agenti atmosferici. In ambito sportivo la fibra di basalto è molto utilizzata, soprattutto come strato di rinforzo elastico e anti-smorzamento, in tavole da skate o da surf, in racchette da ping-pong, sci e snowboard. La fibra di basalto è impiegabile in sostituzione della fibra di carbonio anche per realizzare componenti strutturali, come ad esempio telai di biciclette ma anche parti di automobili [8]. In ambito più specificamente relativo al textile design, la fibra di basalto è impiegata per la protezione della persona, ad esempio per realizzare tutori e protesi esterne, perché oltre la resistenza, flessibilità e leggerezza del materiale è apprezzabile anche l'atossicità e l'assenza di emissioni nocive; compositi in fibra di basalto sono impiegati anche per realizzare giubbotti antiproiettile, in sostituzione del kevlar; sono stati proposti concept di abbigliamento antincendio oppure il prototipo di tuta (Landucci, 2008, p. 38) impiegabile con temperature da -260 a +750°C.

Verso una ricerca materica

Una ricognizione in merito alle applicazioni industriali della fibra di basalto mostra che questo materiale, altamente performante e sostenibile, è utilizzato sempre in modo nascosto: all'interno di pannelli in strutture stratificate oppure come strato strutturale da rivestire. Tra i pochi i casi in cui viene concessa a questo materiale la dignità di essere lasciato in vista possiamo citare il giacchetto e il guanto ignifughi dei designer Anja Zachau e Jakob Kukula [fig. 04], le componenti ortopediche dell'azienda statunitense Myrdal Orthopedics Technologies, le porzioni di tavole e accessori da surf dell'azienda australiana Sanded, alcune componenti nella zona delle portiere nella concept car Peugeot Exalt.

Un materiale sostenibile come la fibra di basalto ha tutti



[04]

[fig. 04]

Made of Rock, Anja Zachau, Jakob Kukula – Bauhaus University, 2017. Immagine concessa da Anja Zachau. Gli autori del progetto "Made of Rock" si sono concentrati sull'estrema resistenza al calore della fibra di basalto, studiando due concept di abbigliamento protettivo, un guanto di protezione

resistente al calore e una giacca ignifuga, grazie anche alla ricerca sul materiale sviluppata presso il Saxon Textile Research Institute di Chemnitz. Entrambi i prodotti sono costituiti da tre strati: fibra di basalto, isolamento e un tessuto di rivestimento per il massimo comfort dell'utente

i presupposti per poter essere applicato vantaggiosamente in sostituzione di fibre di vetro e di carbonio, ma può avere questa chance se, parallelamente allo studio delle sue proprietà e allo sviluppo tecnologico delle sue applicazioni, vi è anche una ricerca basata sulla sua accettazione di tipo estetico. Nel caso della fibra di carbonio si è verificato che tale materiale, utilizzato in contesti di alto livello performativo, è divenuto col tempo simbolo esso stesso di prestazione e di esclusività. La texture effetto-carbonio è così ambita che spesso è artificiosamente riprodotta in decals o cubature per rivestire altri materiali al fine di conferire un'immagine high-tech al prodotto e un conseguente plus di tipo estetico. Si tratta di una fascinazione che influenza la scelta di un prodotto e che, come fanno gli studiosi di marketing, è più efficace di una informazione accurata sulle caratteristiche tecniche, materiche, prestazionali. La fibra di basalto non è ancora stata valorizzata dal punto di vista estetico e non viene scelta per il suo colore, per la sua texture, per i suoi peculiari riflessi di luce. Dichiarare che si tratti di un materiale sostenibile non è sufficiente ai fini di una sua generale diffusione, è necessario intervenire comunicando efficacemente le qualità estetiche. Gli utenti, per il tramite dei designer, devono avere la possibilità di vedere, toccare, sentire con mano la superficie del materiale stesso. Infatti, come sosteneva Giovanni Michelucci, «ciò che è vero è anche bello, indipendentemente dal gusto, dalla preziosità dell'oggetto, dalla raffinatezza formale» (Ceconi, 1997, p. 79). Nella ricerca sulle qualità del materiale, l'aspetto esteriore diventa allora fondamentale poiché rende palesi, per il tramite dell'estetica, anche i relativi valori etici. Occorre quindi investigare in qual modo le caratteristiche materiche e superficiali della fibra di basalto possano contribuire ad un suo utilizzo al di là degli ambiti in cui è tradizionalmente impiegata. Chi ha operato con questo materiale ne apprezza le sue caratteristiche estetiche (cromatismi, riflessioni, alterazioni, trame, intrecci) che è opportuno tentare di valorizzare. «Per scoprire dunque la *natura* di un materiale, per ampliarne le possibilità di impiego, per verificarne gli esiti in termini di risultato estetico, l'unica strada possibile è quella sperimentale, ovvero la proposta, il suggerimento, lo sviluppo di esperienze e la loro documentazione in chiave di ricerca» (Scodeller, 2023, p. XI). La premessa indispensabile a una ricerca a cavallo tra design e arte, tra produzione di serie e produzione artigianale è quindi quella di percorrere una strada prettamente semiotica, fatta di cose visibili, tangibili, appartenente al campo d'indagine della percezione (De Fusco, 2005, p. 26). Oltre i fattori prestazionali, infatti,

altre caratteristiche influiscono nella scelta di un materiale, come descrive Rossi: «Un prodotto presenta delle caratteristiche espressivo-sensoriali. Come gli aspetti correlati direttamente ai cinque sensi della percezione: il colore, la forma, la brillantezza, la morbidezza etc. esistono poi delle caratteristiche da associazione, ovvero l'idea che al prodotto viene associata (per esempio all'oro noi associamo l'idea di ricchezza) e caratteristiche percettive, che sono le reazioni che una persona ha ad un prodotto o ad un materiale (moderno, alla moda, sofisticato, divertente, semplice da usare etc.). Infine, abbiamo le caratteristiche emozionali, che riguardano le sensazioni che un prodotto o un materiale provoca, in un primo momento, a vederlo e a desiderarlo e, alla fine, a possederlo dopo averlo acquistato: felicità, tristezza, fierezza. Considerando questi aspetti risulta ben chiaro che nella progettazione di un nuovo prodotto la scelta dei materiali da usare non deve considerare solamente le proprietà meccaniche, di resistenza all'usura e alla corrosione, ma deve tenere conto di altri aspetti» (Rossi, 2008, p. 23).

Il design contemporaneo si è evoluto articolandosi negli ultimi decenni in una rosa di discipline: oltre al progetto funzionale di prodotto vi è quello relativo alla sua comunicazione, ai servizi complementari e quello relativo alla ricerca materica. In questo secondo filone si è inserita la ricerca sulle qualità esteriori, tattili, percettive della fibra di basalto in forma tessile, che viene di seguito presentata.

Ricerche e prove di applicazione

Nel periodo 2020-2022 l'autore ha proposto agli studenti del corso di Cultura del progetto (biennio Nuovi Linguaggi Espressivi) dell'Accademia di Belle Arti di Firenze, di affrontare come tema di ricerca la fibra di basalto. Tutti gli artisti/designer coinvolti hanno lavorato sul medesimo materiale di partenza, consistente in una pezza di fibra di basalto in tessuto ad armatura piana (*taffetas*). Nel tessuto ad armatura piana l'ordito e la trama si alternano l'uno sopra e l'altro sotto e viceversa (Frassine, et al., 2008, p. 111). L'obiettivo è stato analizzare, interpretare ed esaltare al meglio le potenzialità della pelle della fibra di basalto alla ricerca di nuovi margini di applicazione in ambiti più consoni al lavoro dei designer, degli artisti, degli artigiani. I legami tra la ricerca in ambito artistico e quella di design sono molto stretti e i confini tra i due campi sono tutt'altro che precisi e delineati. Le esperienze realizzate, nonostante le varie differenze di tema, di ap-

proccio, di sviluppo e di esiti progettuali, dimostrano che i margini per l'utilizzo di questo materiale sono ancora molto ampi e includono settori diversi tra loro, dal prodotto d'uso a quello di arredo, dal corpo illuminante agli oggetti teatrali, da rivestimenti murali a oggetti simbolici.

La texture

La fibra di basalto prodotta in filamento continuo è anche un materiale tessile [9] che è possibile sottoporre a numerose sollecitazioni meccaniche sia in fase di produzione sia durante la sua applicazione (Bonetti, et al., 2012, p. 87). Le caratteristiche dimensionali (lunghezza, finezza, densità, sezione) e quelle esteriori (lucentezza, mano-sofficità, morbidezza, voluminosità) del prodotto influiscono in maniera importante, tanto che la modifica anche lieve di uno o più parametri può chiaramente trasformarne la percezione. In questo filone, il lavoro di ricerca si è incentrato su termini quali interpretazione, addizione, sottrazione, intreccio, trama, ricamo, colore, filtro. Particolare importanza è stata data al ruolo dei riflessi del materiale: l'uniformità della superficie di ciascuna fibra genera un'elevata lucentezza, i riflessi generati dalla fibra al naturale (senza resine) sono in grado di produrre affascinanti effetti luminosi, in una base cromatica marrone scuro/oro che ricorda molto certi metalli. L'attività di ricerca sul materiale ha portato a sperimentare anche la possibilità di colorazione delle fibre con differenti tipi di pigmenti e, vista la regolarità e la resistenza del materiale, a testarne l'utilizzo come maschera o stencil.

[fig. 05]
Ricerca sulla texture
della fibra,
Elisa Pietracito

[05]



La muta della fibra

L'artista Elisa Pietracito ha lavorato esplorando la tessitura della fibra di basalto [fig. 05], descrivendo così il suo percorso di ricerca: «muovendo la fibra, l'effetto di luce che si creava mi ha fatto pensare a delle squame. Ho iniziato a sperimentare provando a ricamare il tessuto con fili della fibra stessa, ma l'intreccio di base si apriva formando degli spazi. Allora ho deciso di procedere per sottrazione, riflettendo anche sull'aspetto etico del non aggiungere al già esistente. La sottrazione dei filamenti avviene a ritmi diversi, seguendo delle forme organiche a macchia, replicando il disegno della pelle aperta dei serpenti, naturalmente suggerita dalla proprietà riflettente del materiale» (Pietracito, intervista dell'autore, 2022). L'artista sperimenta diversi tipi di sottrazione di filamenti: alternata, in progressione, speculare, in numero variabile, arrivando a testare la fattibilità tecnica di forme embrionali di ricamo. Si tratta di un lavoro minimale che sfrutta l'organicità del sistema intreccio-colore-riflesso esaltando il valore della fibra in senso assoluto, al naturale e senza l'utilizzo di resine.

Prove di decorazione

La ricerca di Jasmine Morandini è incentrata sulle potenzialità tecniche ed espressive dell'utilizzo del colore direttamente sulla fibra, anche in questo caso lasciata al naturale senza resine. Sono stati utilizzati colori a olio, acrilico [fig. 06] e stucco, dipinti con una spatola. La tessitura della fibra crea dei giochi di luci e ombre peculiari, che ricordano le caratteristiche dei metalli. Una delle prove effettuate consiste nell'utilizzo della fibra come uno stencil, stendendo una mano di colore acrilico blu e ottenendo come risultato un pattern a puntini. Dalla compatibilità della fibra di basalto con molti tipi di sostanze, già sfruttata per applicazioni tecniche (con tutti i tipi di resine, con intonaci e calcestruzzi) scaturisce la potenzialità d'interfacciarsi con pigmenti di varia natura, aprendo il campo a interessanti sviluppi e margini di ricerca futura in molti contesti nei quali l'elemento cromatico e l'effetto visivo deve rispondere a requisiti anche stringenti in fatto di resistenza al fuoco, come ad esempio gli ambiti della scenografia, degli allestimenti, dell'exhibition design.



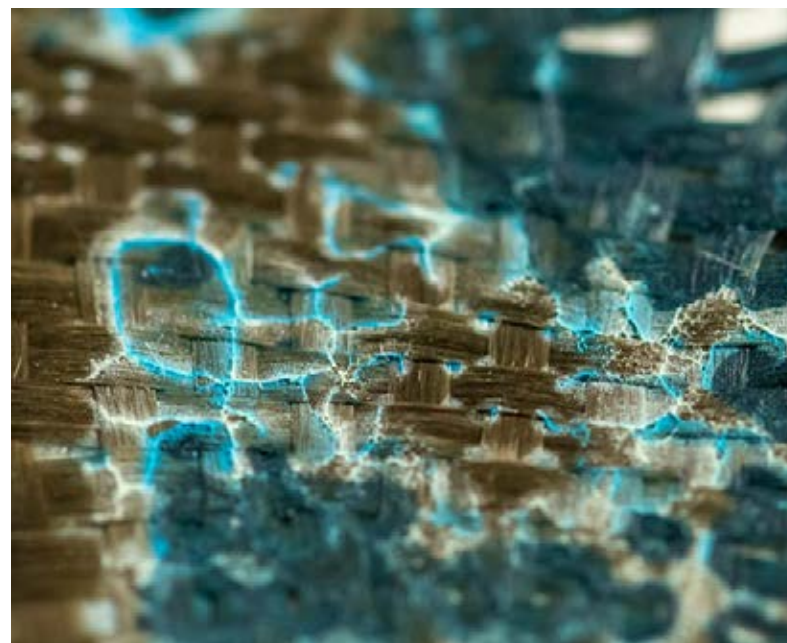
[06]

[fig. 06]
Prove tecniche di uso di pigmenti,
Jasmine Morandini

Arazzo

Il lavoro di Letizia Lo Verde è basato sulla ricerca di espressività materica della texture della fibra tramite uno studio sugli effetti di pattern generati dal suo utilizzo come stencil [fig. 07]. In questa ricerca viene sfruttata la caratteristica di resistenza all'usura e di compatibilità della fibra con pigmenti e sostanze per realizzare una matrice riutilizzabile, pensando a una produzione in serie limitata. Così l'artista descrive il proprio lavoro: «ho tagliato una striscia di fibra di basalto e ho allargato la maglia del materiale per creare delle aperture. In seguito, ho posizionato la striscia su un foglio, utilizzandola come modello per creare un'ulteriore tavola di prove di colore; ho mescolato il colore acrilico con della colla vinilica per poi stenderlo sopra alla striscia con una spugna. Le aperture da me praticate hanno permesso il passaggio di colore sul foglio e così la creazione di nuove immagini. Infine, ho posizionato la striscia – utilizzata come modello – in una tavola diversa, che mantiene in sé parti del colore utilizzato. La texture creata, ispirata da riferimenti a un immaginario onirico, ha molte possibilità di applicazione quali mattonelle, tessuti, arazzi, carte da parati o altro» (Lo Verde, intervista dell'autore, 2022).

[fig. 07]
Utilizzo di porzione
di fibra di basalto
come stencil, con
prove tecniche di
uso di pigmenti,
Letizia Lo Verde.



[07]

Il volume

L'obiettivo di questo filone di ricerca sulla fibra di basalto è stato verificare la possibilità di generare forme volumetriche con diverse tecniche: lavorazioni tipo papercraft, stampi ottenuti da prodotti esistenti, stampi realizzati specificamente per il progetto, tecniche varie di formatura a pressione o a gravità. Durante la ricerca è stato possibile verificare sia i limiti del materiale sia le sue potenzialità. Tra i limiti, ad esempio, vi è la difficoltà di realizzare piegature nette per il rischio di rottura delle fibre, tra le possibilità emerse quella di giocare con la relativa trasparenza per ottenere effetti di luce. Le sperimentazioni sul volume hanno permesso di comprendere anche la natura del tessuto, che non è elastico ma tuttavia resistente alla gualcitura [10]. A livello di mano, il tessuto utilizzato è piuttosto sostenuto, liscio ma non cedevole; al tatto, pur ricordando in qualche modo certe trame metalliche, si differenzia dal metallo perché non risulta freddo: non essendo conduttivo rimane inerte senza sottrarre calore al corpo. Il lavoro di ricerca sperimentale sulla fibra di basalto, ad opera dell'autore del presente articolo, è incentrato sulla verifica di differenti possibilità di conferire volume al materiale di partenza, in combinazione con resina epossidica, per evidenziare in base alle forme ottenibili eventuali differenti qualità della texture. Come primo step di lavoro, sono stati ottenuti dei solidi a partire da un foglio di fibra di basalto laminato con resina epossidica e poi tagliato con semplici tecniche papercraft: questo ha permesso di verificare i massimi angoli di piegatura ottenibili senza danneggiare la fibra nonché le possibilità di taglio e innesto reciproco di superfici. La texture del composito fibra-resina è stata trattata in maniera differente: lasciata al naturale, lucidata con crema tipo polish, levigata con carta abrasiva. In seguito, sono stati ottenuti dei manufatti tridimensionali a partire da uno stampo, preliminarmente trattati con distaccante. Alcuni dei prodotti, una volta liberati, sono stati ripetutamente compressi e accartocciati [fig. 08]: queste operazioni non hanno avuto alcun effetto sulla forma generale, per la resilienza della fibra, ma hanno agito distaccando porzioni di resina, generando delle venature simili a quelle di certi materiali lapidei. Un altro tentativo sperimentale è stato quello della modellazione, adagiando un foglio di fibra di basalto appena impregnato di resina sopra un palloncino gonfiato ad aria il quale, una volta essiccata la resina, è stato forato. Questa tecnica ha rivelato la potenzialità dell'impiego di sistemi pneumatici (a perdere o meno) in sostituzione di stampi, specialmente per ottenere forme semplici. Come ulteriore sperimentazione, l'autore ha

provato ad utilizzare una tecnica in uso nell'industria nautica, in particolar modo per le riparazioni di scafi, ovvero la diffusione della resina tramite nebulizzazione, con un aerografo, diluendo la resina epossidica con acetone. Normalmente la laminazione avviene distendendo il foglio di fibra su di un piano, impregnandolo con resina su entrambi i lati per poi formarlo sullo stampo; poiché la resina inizia a rapprendere molto velocemente, il tempo per adattare il manufatto allo stampo è breve e non lascia margine di errore. Tramite la tecnica a spruzzo invece è possibile distendere il foglio di fibra anche in forme complesse con la dovuta calma e precisione e solo successivamente stendere la resina, con l'ulteriore vantaggio di poterla applicare solo su un lato, ottenendo un risparmio di materiale, maggiore leggerezza e la possibilità di ottenere finiture con differenti aspetti.

[fig. 08]
Prove di resistenza
alla gualcitura di
manufatto in fibra
di basalto e resina
epossidica, Marco
Mancini



[08]

Al vento

In occasione di eventi di tipo artistico aperti al pubblico, ad esempio gli spettacoli teatrali, le esigenze sceniche devono convivere con requisiti normativi anche stringenti. Da qui nasce l'idea di utilizzare la naturale resistenza al calore e al fuoco della fibra di basalto per proporre oggetti, arredi e accessori per palcoscenico a prova d'incendio, col vantaggio di poter sfruttare anche la naturale lucentezza del materiale per generare effetti di luce da poter gestire con i sistemi d'illuminazione utilizzati in teatri o sale per spettacoli. Lo studio per copricapo di Luisa Nacci è realizzato modellando e intrecciando il foglio di fibra di basalto su di una forma, per poi fermare con colla vinilica le estremità libere dei filamenti. La colla vinilica è molto più facile e rapida da gestire nonché più semplice da conservare rispetto alle resine tradizionalmente impiegate nella laminazione industriale; si rivela particolarmente adatta laddove non sia necessaria un'elevata resistenza finale del prodotto e qualora debbano essere effettuate riparazioni o modifiche in rapidità anche in ambienti chiusi. La verifica della compatibilità tra fibra di basalto e colla vinilica apre la possibilità d'impiego in molti ambiti creativi e artistici, quali ad esempio attività di tipo laboratoriale anche per bambini.

Multiplo

Per ottenere un solido volumetrico simile a una sfera, è possibile utilizzare una combinazione di esagoni e pentagoni regolari, in modo simile ai palloni da calcio (cinque esagoni intorno a ogni pentagono). Giocando su questa regola geometrica e adattandola ai propri scopi, il designer Sun Yu Yao ha creato un organizer da tavolo multifunzionale [fig. 09], con una struttura in legno e un rivestimento in fibra di basalto a trama piatta. Viene così sfruttata la naturale resistenza della fibra all'abrasione, consentendo un attrito prolungato con diversi tipi di materiali: negli spazi tra un esagono e l'altro è possibile inserire oggetti d'uso, come penne o altri prodotti di cancelleria o smartphone, o altri dispositivi. La fibra, che qui non è trattata con resine, genera i propri riflessi di luce che cambiano di intensità su ogni superficie.

La luce

La luce è da sempre terreno di sperimentazione per designer e artisti, nonché ambito privilegiato di contaminazioni reciproche tra arte e design, tra requisiti tecnici e valori espressivi. Sia che si tratti di ricercare nuovi riflessi e lucentezze all'interno della texture, sia che si tratti di usare la materia come diffusore/medium tra la fonte lu-



[09]

minosa e l'ambiente, la fibra di basalto sembra prestarsi bene a essere usata in questo ambito. Grazie all'estrema omogeneità delle fibre, il tessuto di basalto ha una sua naturale lucentezza, con riflessi cangianti sia in base al tipo d'illuminazione sia in base alla giacitura del materiale. Le caratteristiche di resistenza al calore ne fanno inoltre un materiale idoneo al contatto ravvicinato con fonti di luce senza pericolo d'infiammabilità. In maniera impreveduta, durante il lavoro di ricerca è emerso che, pur essendo la fibra opaca, le onde luminose riescono a passare attraverso l'armatura della tessitura: questo produce un effetto di relativa traslucenza, rendendo il materiale idoneo a essere utilizzato come un diffusore luminoso sul quale è possibile realizzare disegni o grafiche. Differenti tipi di trattamento superficiale possono contribuire a creare un effetto filtro per determinate lunghezze d'onda. Attraverso la ricerca di nuove possibilità espressive offerte dal materiale, Luo Shihua ha lavorato su un modello di lampada, Vase table lamp, che combina le caratteristiche tipologiche di un oggetto da tavolo con quelle più funzionali di un accessorio illuminante. L'ibrido ottenuto esalta, attraverso i giochi di luce, il cromatismo della fibra, resa più lucente dalla combinazione con resina. Tecnicamente il prodotto è stato realizzato avvolgendo il foglio di fibra

[fig. 09]
Multiplo, concept
di prodotto
multifunzione
a elevata resistenza
all'usura,
Sun Yu Yao



[10]

[fig. 10]
Basalt lamp, Nie Yurong

attorno a una struttura interna, poi rimossa, e distribuendo la resina col pennello; la striscia di led ha anche la funzione di chiusura dell'involucro.

La natura della fibra di basalto ne permette l'impiego come materiale opaco decorativo – che naturalmente genera propri riflessi di luce durante il giorno – e allo stesso tempo, a lampada accesa, come filtro tecnico che riduce l'intensità luminosa della fonte di luce artificiale, senza alterarne le frequenze e dunque mantenendo vivo il colore scelto. Nie Yurong, nella sua Basalt lamp, avvolge una striscia led RGB intorno ad un volume principale, creato con benda elastica riempita di cotone; il tutto poi è racchiuso in una fodera, ugualmente di cotone. Un foglio di fibra di basalto, impregnato con colla vinilica per aumentarne la consistenza, è stato poi ritagliato in piccole superfici applicate a rivestimento del volume [fig. 10].

Conclusioni

Il lavoro di ricerca sperimentale sulla fibra di basalto impiegata in contesti di product e textile design ha dimostrato che ci sono buone chance di implementare l'impiego di tale materiale anche in ambiti diversi rispetto ai contesti attuali di utilizzo, legati a settori tecnologici ad alte prestazioni. È necessario proseguire per verificare comportamenti, sollecitazioni, resistenza all'utilizzo ripetuto dei concept realizzati durante la ricerca, ma i risultati sono incoraggianti, soprattutto per la grande versatilità di questa fibra minerale naturale, per la sua compatibilità con pigmenti, colle, resine e per la sua inerzia chimica ed elettrica. Visto che il basalto è largamente diffuso, sarebbe auspicabile una produzione totalmente europea della fibra da esso ricavata, per avere ancora più chance di impiego di questo materiale sostenibile e altamente performante.

NOTE

[1] Risale infatti al 1923 il brevetto del francese Paul Dhé per la produzione di fibra da rocce basaltiche.

[2] Aumentando tali parametri si ottengono fibre più sottili, diminuendoli si ottengono fibre di spessore maggiore.

[3] Le fibre di basalto resistono alla fiamma di idrogeno con temperatura adiabatica di fiamma di 2060 °C, assorbendo molto calore (Landucci, et al., 2006, p. 3).

[4] Tra cui magnesio, titanio, sodio e potassio.

[5] Le pietre uscite dalla frantumazione hanno diametro compreso tra 5 e 40 mm.

[6] Durante tale processo è possibile intervenire sulle proprietà dimensionali della fibra, calibrando con precisione il diametro. In queste fasi viene anche applicato l'appretto, che nella fibra di basalto è costituito prevalentemente da liquido a base di silano.

- [7] Circa il 65% del costo d'impianto iniziale (Ziv, 2008, p. 42).
- [8] L'industria automobilistica utilizza la fibra di basalto per la sua resistenza al calore, alla corrosione, all'usura impiegandola in parti di scocche, nei sistemi di scarico, negli impianti frenanti, o in generale come isolamento acustico e per la riduzione delle vibrazioni.
- [9] È doveroso specificare che, se le fibre sono in generale materiali solidi in forma allungata, sottile e flessibile, questo non significa automaticamente che tutti i materiali fibrosi siano anche tessili. La fibra di basalto lo è perchè può essere tessuta in vari formati commerciali.
- [10] La gualcitura è la capacità di una fibra di resistere alla formazione delle pieghe con il recupero o meno della forma iniziale dopo le deformazioni subite (Bonetti et al., 2012, p. 109).

REFERENCES

- Sheldon G.L., "Forming fibres from basalt rock. New application for a well-established process", *Platinum Metals Review*, 21, (1), **1977**, pp.18-24, <https://technology.matthey.com/article/21/1/18-24>.
- Cecconi Giuseppe (a cura di), *Giovanni Michelucci. Dove si incontrano gli angeli*, Fiesole (FI), Fondazione Michelucci, Carlo Zella editore, **1997**, pp. 123.
- De Fusco Renato, *Una semiotica per il design*, Milano, Franco Angeli, **2005**, pp. 134.
- Landucci Gabriele, Rossi Francesco, Nicoletta Cristiano, Zanelli Severino, "Materiali compositi in fibra di basalto per la protezione passiva di apparecchiature soggette a getti incendiati", **2006**, pp. 11 <http://conference.ing.unipi.it/vgr2006/archivio/Archivio/2006/Articoli/400193.pdf>
- Frassine Roberto, Soldati Maria Grazia, Rubertelli Manuela, *Textile design. Materiali e tecnologie*, Milano, Franco Angeli, **2008**, pp. 160.
- Landucci Gabriele, "Applicazioni delle fibre di basalto", pp. 19-41, in *BASF A – International workshop on BASalt Fiber Application*, Atti del convegno (Cecina, Polo Tecnologico della Magona, 2007), Firenze, Regione Toscana, **2008**, pp. 144.
- Levita Giovanni, "Proprietà e caratterizzazione delle fibre di basalto", pp. 8-18, in *BASF A – International workshop on BASalt Fiber Application*, Atti del convegno (Cecina, Polo Tecnologico della Magona, 2007), Firenze, Regione Toscana, **2008**, pp. 144.
- Rossi Stefano, *I rivestimenti. La pelle del design*, Firenze, Alinea, **2008**, pp. 152.
- Ziv Michael, "The main problems of basalt fibers producing and using and feasible decision directions", pp. 42-51, in *BASF A – International workshop on BASalt Fiber Application*, Atti del convegno (Cecina, Polo Tecnologico della Magona, 2007), Firenze, Regione Toscana, **2008**, pp. 144.
- Crivelli Visconti Ignazio, Caprino Giancarlo, Langella Antonio, *Materiali compositi. Tecnologie, progettazione, applicazioni*, Milano, Hoepli, **2009**, pp. 298.

Bonetti Ferruccio, Dotti Stefano, Tironi Giuseppe, *Fibre tessili. Struttura, caratteristiche, proprietà*, Milano, Tecniche Nuove, **2012**, pp. 112.

Parmar Shiza, Mankodi Hireni, "Basalt fiber: Newer fiber for FRP composites", pp. 43-45, in *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research*, Volume 4, Issue 7, **2016**. <https://ijeter.everscience.org/Manuscripts/Volume-4/Issue-7/Vol-4-issue-7-M-10.pdf>

Caretto Flavio, Laera Anna Maria, Casciaro Giovanni, "Studio di un materiale ceramico innovativo destinato alla produzione di fibre di basalto, *Rapporto tecnico ENEA* [5.1]" (ENEA-RT-2017-22), **2017**, pp. 47.

Abdiev Jurabek, Safarov Omadjon, "Basalt fiber – Basic (primary) concepts," pp. 212-240, in *Web of scientist: international scientific research journal*, 3(4) **2022**, pp. 1477.

Liu Hechen, Yu Yunfei, Liu Yunpeng, Zhang Mingjia, Li Le, Ma Long, Sun Yu, Wang Wanxian, "A review on basalt fiber composites and their applications in clean energy sector and power grids", in *Polymers*, Special Issue: "Polymer-Based Hybrid Composites", 14 (12), **2022**, pp. 20 <https://doi.org/10.3390/polym14122376>.

Scodeller Dario, *The Matter and the invention*, in Mancini Marco, *Basalt fiber – Material, design, art*, Springer, **2023**, pp. XIX, 94.

