

ITALIAN LEATHER RESEARCH MAGAZINE

# CPMRC

volume CII • quadrimestrale • gennaio - aprile 2026

CUOIO PELLI MATERIE CONCIANTI

Rivista ufficiale dal 1923 della Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle materie concianti

## Cuoio e biobased economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare

Un viaggio nel multiverso del futuro sostenibile dell'industria conciaria e delle filiere correlate dei prodotti Made in Italy

## Leather and the biobased economy: the enabling ecosystem of the circular industry

A journey into the multiverse of the sustainable future of the tanning industry and the related supply chains of Made in Italy products

2026

01

## EDITORIALE

**Oltre la circolarità: il cuoio come nodo centrale della bioeconomia europea**  
**Beyond circularity: leather as cornerstone of the European bioeconomy**

*pag.* **5**

**Edoardo Imperiale**

Direttore Generale SSIP

Direttore responsabile della rivista CPMC

## DAGLI STAKEHOLDER

**Cuoio e bio-based economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare**  
**Leather and the bio-based economy: the enabling ecosystem of the circular economy**

*pag.* **7**

**Graziano Balducci**

Presidente SSIP

**Cuoio e biobased economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare**  
**Leather and the biobased economy: the enabling ecosystem of the circular economy**

*pag.* **9**

**Fulvia Bacchi**

Vicepresidente SSIP - Direttore UNIC

**La conceria nell'ecosistema delle bio-based industries**  
**Tanning in the ecosystem of bio-based industries**

*pag.* **11**

**Fabrizio Nuti**

Presidente UNIC - Concerie Italiane

**Il cuoio come pilastro della bioeconomia:  
innovazione e sostenibilità nella filiera conciaria**

*pag.* **13**

**Leather as a pillar of the bioeconomy:  
innovation and sustainability in the tanning industry**

**Ciro Fiola**

Presidente della Camera di Commercio di Napoli

**Cuoio e bioeconomia: la conceria come hub dell'industria circolare**  
**Leather and the bioeconomy: tanneries as a hub of the circular economy**

*pag.* **15**

**Valter Tamburini**

Presidente della Camera di Commercio della Toscana Nord-Ovest

**Cuoio e biobased economy: L'ecosistema abilitante dell'industria circolare**  
**Leather and the biobased economy: The enabling ecosystem of the circular economy**

*pag.* **17**

Testimonianze della CCIAA di Vicenza

# Sommario / Summary

## LE ASSOCIAZIONI

**L'interazione tra chimica e processi genera pellami bio-based**  
The interaction between chemistry and processes results in bio-based leathers  
Pierluigi Braggion  
Presidente UNPAC

pag. **22**

**L'innovazione sostenibile in conceria**  
Sustainable innovation in tanning  
Sabrina Frontini  
Direttore Icec  
Istituto di Certificazione della qualità per l'area Pelle

pag. **25**

## CASI STUDIO DI TECNOLOGIE

**La Bioeconomia come driver strategico per l'industria conciaria: prospettive di sviluppo e scale-up tecnologico nel sistema moda italiano**  
Bioeconomy as a strategic driver for the tanning industry: prospects for development and technological scale-up in the Italian fashion sector  
Mario Bonaccorso  
Direttore Spring Italian Circular Bioeconomy Cluster

pag. **28**

**Il settore cuoio e pelli per l'innovazione sostenibile: nuove opportunità dall'integrazione tecnologica delle filiere dell'industria bio-based**  
Leather sector and sustainable innovation: new opportunities from technologically integrated bio-based value chains.

Lucia Gardossi  
Università degli Studi di Trieste  
Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche

pag. **31**

## TANNING CROSS TECHNOLOGIES

**Cuoio e bio-based materials avanzati: contributi scientifici e prospettive dalle ricerche MICS**  
Leather and advanced bio-based materials: scientific contributions and insights from MICS research

Claudia Florio  
Responsabile Ricerca e Sviluppo SSIP

pag. **36**

**Polimeri bio-derivati: sviluppo e potenziali applicazioni nel settore conciario**  
Bio-derived polymers: development and potential applications in the leather industry

pag. **52**

Federico Olivieri Rachele Castaldo Roberto Avolio  
Mariacristina Cocca Maria Emanuela Errico Gennaro Gentile Marino Lavorgna

Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali (IPCB)  
del Consiglio nazionale delle Ricerche (CNR)

**Conciare conviene! La circolarità e gli impatti nella produzione di cuoio**  
Tanning is worth it! Circularity and impacts in leather production

pag. **55**

Rosario Mascolo

Marco Nogarole

Gianluigi Calvanese

Responsabile  
Dipartimento per l'Innovazione  
dei Materiali SSIP

Responsabile  
Dipartimento per l'Innovazione  
dei Processi

Responsabile  
Divisione ITC innovazione  
e tecnologia conciaria

**Analisi di sostenibilità di nuovi materiali manufatti circolari derivanti dal  
riutilizzo di rifili di pelle finita**

pag. **60**

Sustainability analysis of new circular manufactured materials derived from the  
reuse of finished leather trimmings

Marco Nogarole

Responsabile Dipartimento per l'Innovazione dei Processi

## IN BIBLIOTECA

**Dalla bioeconomia alla simbiosi industriale:  
rassegna bibliografica sull'evoluzione sostenibile dell'industria conciaria**  
From bioeconomy to industrial symbiosis:  
a bibliographic review on the sustainable evolution of the tanning industry

pag. **68**

Carmelina Grosso

Responsabile Biblioteca e Servizio Documentazione



# ITALIAN LEATHER RESEARCH INSTITUTE



STAZIONE SPERIMENTALE  
PER L'INDUSTRIA DELLE PELLI  
E DELLE MATERIE CONCANTI

## **Cuoio Pelli Materie Concianti CPMC**

volume CII - quadrimestrale / n. 1 (gennaio-aprile 2026)

### **Editore:**

Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle materie concianti S.r.l.

Organismo di Ricerca Nazionale delle Camere di Commercio di Napoli, Toscana Nord-Ovest e Vicenza

Comprensorio Olivetti, Via Campi Flegrei, 34 • 80078 Pozzuoli (NA)



ISSN: 0011-3034

Rivista Associata alla Unione Stampa Periodica Italiana

**Direttore Responsabile:** Edoardo Imperiale

**Responsabile Redazione e Coordinamento Stampa:** Carmelina Grosso

**Redazione:** Gaetano Amatruda, Claudia Florio, Carmelina Grosso, Nunzia Marciano

Autorizzazione del Tribunale di Napoli n. 1117 del 18 novembre 1957

"Poste Italiane S.p.A. Spedizione in abbonamento postale - AUT. N° 0372/2021 del 15.02.2021

Stampe Periodiche in Regime libero"

Finito di stampare nel mese di aprile 2026 presso la Tip. Enzo Albano

su carta ecologica Symbol Tatami white delle Cartiere Fedrigoni spa, certificata FSC



**Edoardo Imperiale**

Direttore Generale SSIP  
Direttore responsabile  
della rivista CPMC

## Oltre la circolarità: il cuoio come nodo centrale della bioeconomia europea

Il 2026 si apre come un anno di svolta per le industrie manifatturiere europee, segnato da traguardi normativi e strategici che ridefiniranno in profondità i paradigmi della sostenibilità, della tracciabilità e della digitalizzazione. L'introduzione del Digital Product Passport, le nuove scadenze del regolamento sulla deforestazione (EUDR), la prevista restrizione sui PFAS e le ulteriori iniziative comunitarie in materia di economia circolare – tra cui il prossimo Circular Economy Act – delineano un quadro esigente ma, al tempo stesso, ricco di opportunità per i settori capaci di interpretare il cambiamento come leva di sviluppo.

In questo scenario, l'industria conciaria si presenta con tutte le credenziali per affermarsi come sistema modello. Da sempre espressione concreta di bioeconomia, il settore trasforma un sottoprodotto dell'industria alimentare in un materiale ad alto valore aggiunto, dimostrando come sostenibilità e competitività possano coesistere. Negli ultimi anni, inoltre, la capacità di integrare innovazioni tecnologiche avanzate ha ulteriormente rafforzato il posizionamento della concia quale ambito industriale dinamico e resiliente.

Un impulso determinante è derivato dalle progettualità sviluppate nel recente triennio, anche grazie alle sinergie attivate nell'ambito del PNRR. I risultati oggi visibili testimoniano come investimenti mirati in ricerca, infrastrutture e competenze possano generare valore concreto, favorendo la transizione verso modelli produttivi sempre più circolari e sostenibili.

## Beyond circularity: leather as a Cornerstone of the European bioeconomy

2026 is shaping up to be a watershed year for Europe's manufacturing industries, marked by regulatory and strategic milestones that will profoundly redefine the paradigms of sustainability, traceability, and digitalization. The introduction of the Digital Product Passport, the new deadlines under the Deforestation Regulation (EUDR), the planned restrictions on PFAS, and further EU initiatives on the circular economy—including the upcoming Circular Economy Act—paint a challenging picture, yet one that is also rich in opportunities for sectors capable of leveraging this change as a driver of growth.

In this context, the tanning industry has everything it takes to establish itself as a model system. As a long-standing example of the bioeconomy, the sector transforms a byproduct of the food industry into a high-value-added material, demonstrating how sustainability and competitiveness can coexist. Furthermore, in recent years, the ability to integrate advanced technological innovations has further strengthened the tanning industry's position as a dynamic and resilient sector.

A key driver has come from the projects developed over the past three years, thanks in part to the synergies created under the RRN. The results we see today show how targeted investments in research, infrastructure, and expertise can generate tangible value, fostering the transition toward increasingly circular and sustainable production models.

In questa prospettiva, il focus dell'ultimo numero di CPMC del 2025 ha rappresentato un passaggio significativo, evidenziando il ruolo delle cross-technologies come fattore abilitante per la sovranità tecnologica del cuoio italiano. La contaminazione tra discipline e settori diversi si conferma, infatti, uno dei principali motori dell'innovazione, capace di aprire nuove traiettorie di sviluppo e rafforzare la competitività del sistema.

I tre numeri di CPMC del 2026 si pongono l'obiettivo di approfondire i pilastri su cui costruire l'evoluzione sostenibile della filiera conciaria, alla luce degli strumenti e degli scenari che stanno prendendo forma. Questo primo numero, in particolare, è dedicato al tema "Cuoio e bio-based economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare", con l'intento di esplorare il ruolo della concia nel più ampio contesto delle bio-based Industries.

Nel quadro della transizione ecologica globale, il settore conciario è chiamato a compiere un ulteriore salto evolutivo: non limitarsi al recupero efficiente delle risorse, ma diventare nodo centrale di un ecosistema industriale simbiotico. In questa visione, la conceria si configura come un vero e proprio hub tecnologico, capace di dialogare con la chimica verde, con i nuovi materiali bio-based e con altri comparti produttivi, favorendo l'integrazione circolare tra filiere diverse.

In tale percorso, come è possibile evincere dai contributi che seguono, la SSIP intende promuovere e rafforzare un dialogo costruttivo tra ricerca, impresa e associazioni di categoria; proprio a queste ultime la rivista darà voce in maniera crescente, per garantire la concretezza degli obiettivi di ricerca in programma, in un contesto dinamico, nell'ambito del quale sia possibile recepire costantemente il punto di vista dei rappresentanti dei gangli cruciali della filiera del cuoio.

È in questa capacità di connessione, innovazione e visione sistemica che risiede la chiave per il futuro del cuoio. Un futuro in cui tradizione e tecnologia si incontrano per dare forma a un modello industriale sostenibile, competitivo e pienamente inserito nella bioeconomia europea.

From this perspective, the focus of the latest issue of CPMC in 2025 marked a significant milestone, highlighting the role of cross-technologies as enablers of technological sovereignty for the Italian leather industry. Blending between different disciplines and sectors is, in fact, one of the main drivers of innovation, capable of opening up new avenues for development and strengthening the system's competitiveness.

The three 2026 issues of CPMC aim at exploring the pillars upon which the sustainable evolution of the tanning industry can be built, in light of the tools and scenarios that are taking shape. This first issue, in particular, is on "Leather and the bio-based economy: the enabling ecosystem of the circular industry," with the aim of exploring the role of tanning within the broader context of bio-based industries. As part of the global ecological transition, the tanning industry is called upon to take another significant step forward: it should not limit itself to the efficient recovery of resources, but become a central hub of a symbiotic industrial ecosystem. In this vision, the tannery is positioned as a true technological hub, capable of interacting with green chemistry, new bio-based materials, and other manufacturing sectors, thereby favoring circular integration across different supply chains.

As can be seen from the articles that follow, SSIP aims at promoting and strengthening a constructive dialogue between research, industry, and trade associations; the journal will increasingly give a voice to these associations to ensure the practical relevance of the planned research objectives in a dynamic context, one in which the perspectives of representatives from key sectors in the leather supply chain can be consistently incorporated.

It is in this ability to connect, innovate, and think systemically that the key to the future of leather lies. A future in which tradition and technology come together to shape a sustainable, competitive industrial model that is fully integrated into the European bioeconomy.



Graziano Balducci

Presidente SSIP

## Cuoio e bio-based economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare

Viviamo una fase storica in cui la transizione ecologica non è più un orizzonte teorico, ma una traiettoria concreta che attraversa e trasforma i sistemi produttivi. In questo scenario, l'industria conciaria italiana e con essa l'intera filiera del Made in Italy è chiamata a interpretare un ruolo nuovo, evoluto, pienamente consapevole della propria responsabilità e del proprio potenziale.

Come Stazione Sperimentale per le Pelli, siamo convinti che questa partita non si giochi nei laboratori in isolamento, né nei singoli comparti, ma all'interno di un ecosistema industriale dinamico, dove le imprese del settore sono protagoniste attive. Sono loro a guidare il cambiamento, a investire in innovazione, a sperimentare nuove soluzioni. Il nostro compito è quello di essere ponte: facilitare l'incontro tra ricerca e industria, tra tradizione e innovazione, tra competenze consolidate e nuove traiettorie tecnologiche.

La conceria, per sua natura, rappresenta uno dei pilastri originari della bioeconomia. Recupera e valorizza un sottoprodotto dell'industria alimentare, trasformandolo in materiale durevole, performante, identitario. Ma oggi questo non basta più. Il paradigma delle bio-based industries impone un salto qualitativo: passa-

## Leather and the bio-based economy: the enabling ecosystem of the circular economy

We are living at a time in history in which the ecological transition is no longer a theoretical prospect, but a tangible path that is reshaping and transforming production systems. In this context, the Italian tanning industry—and with it the entire Made in Italy supply chain—is called upon to take on a new, evolved role, fully aware of its responsibilities and potential. As Italian Leather Research Institute, we firmly believe that this challenge is not one to be tackled in isolated laboratories or within individual sectors, but rather within a dynamic industrial ecosystem where companies in the sector play an active role. They are the ones driving change, investing in innovation, and experimenting with new solutions. Our mission is to serve as a bridge: to facilitate the convergence of research and industry, tradition and innovation, and established expertise and new technological directions.

By its very nature, tanning represents one of the original pillars of the bioeconomy. It recycles and repurposes a byproduct of the food industry, transforming it into a durable, high-performance material with a distinctive character. That is not enough anymore. The paradigm of bio-based industries calls for a qualitative leap: moving from a focus on recovery to a focus on systemic integration.

re da una logica di recupero a una logica di integrazione sistemica.

È in questa prospettiva che la Stazione si propone come hub tecnologico. Un luogo fisico e culturale in cui si costruiscono connessioni tra mondi diversi: chimica verde, nuovi materiali bio-based, design sostenibile, manifattura avanzata. Essere hub significa abilitare processi, generare contaminazione positiva, accelerare l'adozione di soluzioni che migliorano l'impatto ambientale, la qualità dei prodotti e la competitività delle imprese.

Parlare di hub tecnologico significa anche parlare di responsabilità verso l'ambiente. Significa promuovere tecnologie che riducano l'uso di risorse, che ottimizzino i cicli produttivi, che favoriscano la circolarità reale dei materiali. Significa, soprattutto, contribuire a costruire un futuro in cui sostenibilità e sviluppo non siano più in contraddizione, ma parti di uno stesso disegno.

Il cuoio, in questo contesto, non è solo un materiale. È un nodo strategico di un ecosistema più ampio, capace di dialogare con le filiere della moda, dell'arredo, dell'automotive, fino ai nuovi ambiti della bioeconomia avanzata. Un ecosistema in cui l'innovazione non cancella la tradizione, ma la rinnova e la rafforza. Il futuro sostenibile dell'industria conciaria è quindi un viaggio complesso, un vero e proprio multiverso di opportunità e sfide. Un viaggio che possiamo affrontare solo insieme: imprese, centri di ricerca, istituzioni. La Stazione Sperimentale per le Pelli è in prima linea per accompagnare questo percorso, con l'obiettivo di trasformare la conoscenza in valore e l'innovazione in competitività.

Perché la sostenibilità non è solo una destinazione. È il metodo con cui costruiamo il nostro futuro.

It is with this in mind that the Italian Leather Research Institute positions itself as a technology hub. A physical and cultural place where connections are forged between different worlds: green chemistry, new bio-based materials, sustainable design, and advanced manufacturing. Being a hub means facilitating processes, fostering positive cross-sector cooperation, and accelerating the adoption of solutions that improve environmental impact, product quality, and business competitiveness.

When we talk about a technology hub, we're also talking about environmental responsibility. This means promoting technologies that reduce resource use, optimize production cycles, and foster true material circularity. Above all, it means helping to build a future in which sustainability and development are no longer at odds with one another, but rather part of the same vision.

In this context, leather is not just a material. It is a strategic hub within a broader ecosystem, capable of interacting with the fashion, furniture, and automotive industries, as well as with emerging sectors of the advanced bioeconomy. An ecosystem in which innovation does not erase tradition, but rather renews and strengthens it.

The sustainable future of the tanning industry is therefore a complex journey, a veritable "multiverse" of opportunities and challenges. A journey we can only undertake together: businesses, research centers, and institutions. The Italian Leather Research Institute is at the forefront of this initiative, with the goal of turning knowledge into value and innovation into a competitive advantage.

Because sustainability isn't just a destination. It is a journey to build our future



**Fulvia Bacchi**

Vicepresidente SSIP  
Direttore UNIC

## Cuoio e biobased economy: l'ecosistema abilitante dell'industria circolare

Nel quadro della transizione ecologica e delle nuove strategie europee sulla sostenibilità, l'industria conciaria rappresenta uno dei pilastri storici della bioeconomia. La sua specificità risiede nella capacità di valorizzare un sottoprodotto dell'industria alimentare, trasformandolo in un materiale durevole, riparabile e ad elevato valore aggiunto. Un modello che anticipa, nei fatti, molti dei principi oggi alla base delle politiche europee sull'economia circolare.

L'evoluzione del paradigma delle Bio-based Industries richiede tuttavia un salto di scala: dalla valorizzazione del singolo flusso alla costruzione di un ecosistema industriale integrato. In questo contesto, la conceria si configura come un hub tecnologico, capace di connettere settori diversi dalla chimica verde ai biomateriali - e di abilitare forme avanzate di integrazione circolare tra filiere.

Questo ruolo è già oggi supportato da evidenze quantitative. L'applicazione di metodologie strutturate, come la ISO 59020, evidenzia per il comparto livelli elevati di performance in termini di circolarità, con un indice pari al 69%, che riflette una gestione efficiente delle risorse lungo l'intero ciclo produttivo. Ne sono esempio le sinergie sviluppate con altre filiere bio-based, in cui flussi residuali vengono valorizzati come materie prime seconde, con-

## Leather and the biobased economy: the enabling ecosystem of the circular economy

In the context of the green transition and new European sustainability strategies, the tanning industry represents one of the historical pillars of the bioeconomy. Its unique feature lies in its ability to repurpose a byproduct of the food industry, transforming it into a durable, repairable material with high added value. A model that, in fact, is a precursor of many of the principles that now underpin European economic and fiscal policies.

However, the evolution of the bio-based industries paradigm requires a significant leap forward: from the utilization of individual streams to the creation of an integrated industrial ecosystem. In this context, tanning emerges as a technology hub capable of connecting diverse sectors—from green chemistry to biomaterials—and enabling advanced forms of circular integration across supply chains.

This role is already supported by quantitative evidence. The application of structured methodologies, such as ISO 59020, reveals high levels of performance in terms of regularity for this sector, with an index of 69%, reflecting efficient resource management throughout the entire production cycle.

Examples include the synergies developed with other bio-based supply chains, in which waste streams are repurposed as secondary raw materials, contributing to the creation of

tribuendo alla creazione di nuove catene del valore intersettoriali.

In tale prospettiva, la disponibilità di metriche armonizzate assume un valore strategico. Strumenti condivisi sono essenziali per rendere confrontabili le prestazioni ambientali dei materiali e per supportare l'implementazione di iniziative europee quali il Digital Product Passport e l'Ecodesign. Allo stesso tempo, è fondamentale che tali approcci sappiano cogliere le specificità dei materiali bio-based, valorizzandone la durabilità e il contributo alla riduzione degli impatti nel tempo.

È proprio in questa capacità di integrare competenze, tecnologie e filiere che si gioca il tema della sovranità tecnologica del cuoio italiano. Le sinergie sviluppate negli ultimi anni, anche grazie a programmi di innovazione e ricerca, hanno rafforzato un sistema produttivo in grado non solo di adattarsi alle transizioni in atto, ma di guidarle, proponendo soluzioni avanzate e replicabili a livello europeo. Le sfide regolatorie in corso - dalle restrizioni sulle sostanze chimiche passando per il Circular Economy Act e dal Regolamento EUDR sulla deforestazione - rappresentano un passaggio cruciale. Per essere efficaci, dovranno accompagnare l'innovazione e favorire l'integrazione tra filiere, evitando di penalizzare modelli produttivi già intrinsecamente circolari. In questo scenario, il settore conciario può rafforzare il proprio posizionamento come piattaforma abilitante dell'industria circolare, contribuendo allo sviluppo di un ecosistema bio-based sempre più integrato, misurabile e orientato alla sostenibilità, e consolidando il proprio ruolo strategico nella bioeconomia europea.

new cross-sectoral value chains.

From this perspective, the availability of harmonized metrics takes on strategic importance. Shared tools are essential for making the environmental performance of materials comparable and for supporting the implementation of European initiatives such as the Digital Product Passport and Ecodesign. At the same time, it is essential that such approaches take into account the specific characteristics of bio-based materials, by highlighting their durability and their contribution to reducing environmental impacts over time.

And it is precisely this ability to integrate skills, technologies, and supply chains that lies at the heart of the issue of Italian leather's technological sovereignty. The synergies developed in recent years—in part thanks to innovation and research programs—have strengthened a production system capable not only of adapting to the ongoing transitions but also of driving them forward, by offering advanced solutions that can be replicated across Europe.

The ongoing regulatory challenges—from restrictions on chemicals to the Circular Economy Act and the EU Deforestation Regulation—mark a crucial turning point. To be effective, they must support innovation and promote integration across supply chains, while avoiding any negative impact on production models that are already inherently circular.

In this scenario, the leather sector can strengthen its position as an enabling platform for the textile industry, contributing to the development of an increasingly integrated, measurable, and sustainability-oriented bio-based ecosystem, and consolidating its strategic role in the European bioeconomy.



**Fabrizio Nuti**

Presidente UNIC  
Concerie Italiane

## La conceria nell'ecosistema delle bio-based industries

Nel contesto della transizione ecologica, l'industria conciaria occupa una posizione strategica quale comparto manifatturiero che opera secondo i principi della bioeconomia circolare. La pelle è un sottoprodotto dell'industria alimentare e la sua lavorazione, come la sua trasformazione, ne fanno un esempio di recupero di valore che precede di secoli qualsiasi politica green. Il salto evolutivo che il settore è chiamato a compiere oggi è di natura sistemica: oltre a ottimizzare la propria filiera interna, il comparto deve posizionarsi come fulcro di un ecosistema industriale più ampio, quello che fa riferimento alle Bio-based Industries.

In questo percorso la conceria può assumere il ruolo di hub tecnologico, capace di dialogare con chimica verde, nuovi processi sostenibili e nuovi biomateriali. I sottoprodotti della lavorazione conciaria possono alimentare scambi di materia che consolidano esperienze circolari che vanno ben oltre il prodotto in cuoio. Si tratta di un approccio già in essere che accresce le sinergie industriali e che trasforma ogni scarto in una risorsa condivisa. Il 2026 segna un momento di convergenza regolatoria importante per il manifatturiero europeo, segnata da molteplici strumenti, dal Digital Product Passport che impone trasparenza lungo l'intera supply chain, al

## Tanning in the ecosystem of bio-based industries

In the context of the ecological transition, the tanning industry occupies a strategic position as a manufacturing sector that operates according to the principles of the circular bioeconomy. Leather is a byproduct of the food industry, and both its processing and its transformation make it a prime example of value recovery that precedes any green policies by centuries. The evolutionary leap the industry should make today is systemic in nature: in addition to optimizing its internal supply chain, the sector should position itself as the hub of a broader industrial ecosystem—one centered on Bio-based Industries.

In this process, the tannery can serve as a technological hub, capable of integrating green chemistry, new sustainable processes, and new biomaterials. By-products from leather processing can result in material exchanges that foster circular practices extending far beyond leather goods. This is an existing approach that enhances industrial synergies and transforms every waste product into a shared resource.

2026 marks a significant milestone in regulatory convergence for the European manufacturing sector, characterized by a range of initiatives, from the Digital Product Passport—which mandates transparency throughout the entire supply chain—to the

regolamento EUDR in tema di tracciabilità delle materie prime, fino al Circular Economy Act che ridefinirà il tema dell'economia lineare e circolare. Per un settore come la concia, che già lavora su materia biologica tracciabile e che ha investito in sistemi di depurazione e recupero delle risorse, si tratta di un'opportunità strutturale per affermarsi quale riferimento industriale a livello europeo.

Il triennio del PNRR ha rappresentato per il settore conciario un'occasione irripetibile di impulso, sollecitando investimenti concreti su ricerca e infrastrutture che si traducono in risultati concreti: dall'ottimizzazione dei consumi idrici ed energetici alla valorizzazione dei sottoprodotti, fino allo sviluppo di agenti concianti a minore impatto ambientale. Questo percorso ha ribadito la spinta delle concerie italiane ad innovare riuscendo anche a cogliere opportunità di competitività negli obblighi normativi col risultato di una nuova forma di eccellenza manifatturiera difficilmente imitabile su scala globale.

Il cuoio italiano non è solo un materiale: è un sistema di conoscenza che può esportare metodo e visione. La capacità di trasformare uno scarto in un prodotto ad alto valore aggiunto, con standard qualitativi e ambientali tra i più elevati al mondo, può diventare modello replicabile e scalabile. Renderlo sempre più visibile, misurabile e comunicabile attraverso strumenti riconosciuti, dati sul ciclo di vita chiari e passaporti digitali razionali è la sfida che il settore ha davanti per i prossimi anni, e che può renderlo protagonista dell'innovazione industriale sostenibile.

EUDR regulation on the traceability of raw materials, and the Circular Economy Act, which will redefine the concepts of linear and circular economies. For an industry such as tanning—which already works with traceable organic materials and has invested in wastewater treatment and resource recovery systems—this represents a strategic opportunity to establish itself as a leading player in the European industry.

The three-year period of the RRP represented a unique opportunity for the tanning industry to gain momentum, spurring actual investments in research and infrastructure that have yielded tangible results: from optimizing water and energy consumption to the recovery of byproducts, and the development of tanning agents with a lower environmental impact. This process has underscored the Italian tanneries' drive to innovate, enabling them to capitalize on opportunities for competitive advantage within regulatory requirements, resulting in a new form of manufacturing excellence that is difficult to replicate on a global scale.

Italian leather is not just a material: it is a body of knowledge capable of exporting both method and vision. The ability to transform waste into a high-value-added product, meeting some of the highest quality and environmental standards in the world, can serve as a replicable and scalable model. Making it increasingly visible, measurable, and communicable through recognized tools, clear lifecycle data, and well-designed digital passports is the challenge facing the sector in the coming years—one that can position it at the forefront of sustainable industrial innovation.



Ciro Fiola

Presidente della  
Camera di Commercio di Napoli

## Il cuoio come pilastro della bioeconomia: innovazione e sostenibilità nella filiera conciaria

Nel pieno della transizione ecologica globale, il tema della bioeconomia assume un ruolo sempre più centrale nelle strategie di sviluppo industriale. In tale scenario, l'industria conciaria rappresenta un esempio paradigmatico di sostenibilità applicata, configurandosi storicamente come uno dei pilastri della bio-based economy. La sua funzione originaria, trasformare un sottoprodotto dell'industria alimentare in un materiale durevole e ad alto valore aggiunto come il cuoio, costituisce una pratica ante litteram di economia circolare. Oggi, tuttavia, il contesto delle Bio-based Industries impone un'evoluzione ulteriore. Non è più sufficiente limitarsi al recupero e alla valorizzazione degli scarti: è necessario costruire un ecosistema industriale integrato, in cui il cuoio diventi elemento attivo di una rete simbiotica tra settori produttivi, tecnologie e biomateriali. In questo senso, la filiera conciaria è chiamata a rafforzare la propria vocazione innovativa, assumendo il ruolo di hub tecnologico capace di abilitare connessioni strategiche con la chimica verde, i materiali bio-based di nuova generazione e le piattaforme di ricerca avanzata. La Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle Materie Conciarie (SSIP), fiore all'occhiello del sistema camerale, si colloca al centro di questo pro-

## Leather as a pillar of the bioeconomy: innovation and sustainability in the tanning industry

In the midst of the global ecological transition, the bioeconomy is playing an increasingly central role in industrial development strategies. In this context, the tanning industry serves as a prime example of sustainability in practice, having historically emerged as one of the pillars of the bio-based economy. Its original purpose—transforming a byproduct of the food industry into a durable material with high added value, such as leather—is an early example of the circular economy. Today, however, the Bio-based Industries sector calls for further development. It is no longer enough to limit ourselves to the recovery and repurposing of waste; we need to build an integrated industrial ecosystem in which leather becomes an active component of a symbiotic network linking manufacturing sectors, technologies, and biomaterials. In this regard, the tanning industry is called upon to strengthen its commitment to innovation by serving as a technological hub capable of fostering strategic partnerships with the green chemistry sector, next-generation bio-based materials, and advanced research platforms. The Italian Leather Research Institute (SSIP), the flagship of the chamber-of-commerce system, is at the heart of this transformation

cesso di trasformazione. Attraverso attività di ricerca applicata, trasferimento tecnologico e supporto alle imprese, la SSIP contribuisce a promuovere modelli produttivi sempre più sostenibili, favorendo l'adozione di processi a basso impatto ambientale e lo sviluppo di nuovi prodotti ad alto contenuto innovativo.

In tale prospettiva, il cuoio non è più soltanto un materiale tradizionale, ma diventa piattaforma abilitante per l'innovazione circolare. Le sue caratteristiche intrinseche come biodegradabilità, durabilità, possibilità di riutilizzo e riciclo lo rendono un elemento chiave nelle strategie di decarbonizzazione e di efficientamento delle risorse. Parallelamente, l'integrazione con altri comparti della bioeconomia apre nuove opportunità di valorizzazione, dall'impiego di biomasse alternative fino alla sperimentazione di processi produttivi basati su principi di simbiosi industriale. Per il sistema camerale, e in particolare per la Camera di Commercio di Napoli, sostenere questa evoluzione significa investire in competitività, ricerca e sviluppo, ma anche in una visione industriale capace di coniugare tradizione e innovazione. La sfida è quella di consolidare un ecosistema in cui imprese, centri di ricerca e istituzioni collaborino in maniera sinergica, generando valore economico, ambientale e sociale.

L'industria conciaria italiana, forte della propria storia e delle competenze maturate, è oggi nelle condizioni di guidare questa transizione. Il cuoio, da simbolo di eccellenza manifatturiera, si afferma così come protagonista della bioeconomia del futuro, contribuendo alla costruzione di un modello industriale realmente circolare e sostenibile.

process. Through applied research, technology transfer, and business support, SSIP helps promote increasingly sustainable production models by encouraging the adoption of environmentally friendly processes and the development of new, highly innovative products.

From this perspective, leather is no longer merely a traditional material, but becomes an enabling platform for circular innovation. Its inherent characteristics—biodegradability, durability, and the ability to be reused and recycled—make it a key component of strategies for decarbonization and resource efficiency. At the same time, integration with other sectors of the bioeconomy opens up new opportunities for value creation, ranging from the use of alternative biomass to the testing of production processes based on the principles of industrial symbiosis.

For the chamber of commerce system, and in particular for the Naples Chamber of Commerce, supporting this evolution means investing in competitiveness, research and development, as well as in an industrial vision capable of blending tradition and innovation. The challenge is to build an ecosystem in which businesses, research centers, and institutions collaborate in synergy, creating economic, environmental, and social value.

The Italian tanning industry, drawing on its rich history and accumulated expertise, is now well-positioned to lead this transition. Leather, a symbol of manufacturing excellence, is thus establishing itself as a key player in the bioeconomy of the future, contributing to the development of a truly circular and sustainable industrial model.



**Valter Tamburini**

Presidente della  
Camera di Commercio  
della Toscana Nord-Ovest

## Cuoio e bioeconomia: la conceria come hub dell'industria circolare

Nel dibattito sul futuro dei sistemi produttivi, la bioeconomia, basata sull'uso efficiente e circolare delle risorse biologiche rinnovabili, assume un ruolo sempre più centrale per l'industria manifatturiera. Non si tratta solo di evoluzione tecnologica, ma di un cambio di paradigma che riduca la dipendenza dalle fonti fossili, valorizzi gli scarti e promuova modelli produttivi circolari. In questo scenario, la filiera conciaria italiana si configura come un asset di rilevanza nazionale ed europea. Da sempre, infatti, essa opera secondo i principi della bioeconomia trasformando un sottoprodotto dell'industria alimentare in un materiale durevole, naturale e ad alto valore aggiunto. Oggi, tuttavia, è chiamata ad evolvere ulteriormente verso modelli di integrazione più avanzati all'interno delle Bio-based Industries con una prospettiva chiaramente delineata. Non più soltanto recupero e trasformazione, ma piena integrazione in un ecosistema industriale evoluto, nel quale la filiera del cuoio sia in grado di dialogare in modo strutturato con la chimica verde, con i biomateriali innovativi e con le tecnologie digitali applicate alla tracciabilità e alla trasparenza. In questa direzione, la conceria può affermarsi come un autentico 'hub tecnologico' dell'economia circolare, capace di creare connessioni tra settori diversi, anche apparentemente distanti, e di contribuire in maniera concreta al raggiungimento degli obiettivi europei in materia di sostenibilità, digitalizzazione e responsabilità ambien-

## Leather and the bioeconomy: tanneries as a hub of the circular economy

In the debate over the future of production systems, bioeconomy—based on the efficient and circular use of renewable biological resources—is playing an increasingly central role in the manufacturing industry. This is not just about technological progress, but a paradigm shift that reduces dependence on fossil fuels, enhances waste, and promotes circular production models. In this context, the Italian tanning industry stands out as an asset of national and European significance. In fact, it has always operated according to the principles of the bioeconomy, transforming a byproduct of the food industry into a durable, natural material with high added value. Today, however, it is called upon to evolve further toward more advanced models of integration within the Bio-based Industries, with a clearly defined vision. No longer just recovery and processing, but full integration into an advanced industrial ecosystem, in which the leather supply chain is able to engage in structured dialogue with green chemistry, innovative biomaterials, and digital technologies applied to traceability and transparency. In this regard, the tannery can establish itself as a true "technology hub" for the circular economy, capable of forging connections between different sectors—even those that appear unrelated—and of making a tangible contribution to achieving European goals in the areas of sustainability, digitalization, and environmental responsibility. It is also within

tale. In questo contesto, inoltre, si collocano i nuovi strumenti promossi dall'Unione Europea, tra cui il Digital Product Passport, destinato a diventare un riferimento centrale per garantire trasparenza, accessibilità delle informazioni e tracciabilità lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti. Un'opportunità significativa per il comparto conciario, che potrà così valorizzare ulteriormente l'origine, la qualità e la sostenibilità delle proprie produzioni.

Il distretto conciario di Santa Croce sull'Arno rappresenta un esempio concreto di questa traiettoria. Qui si è consolidato nel tempo un ecosistema produttivo che oggi integra competenze manifatturiere, infrastrutture condivise e innovazione continua. I sistemi consortili per la depurazione e il recupero delle risorse, così come le esperienze di valorizzazione dei sottoprodotti, dal riutilizzo dei residui organici fino allo sviluppo di nuovi materiali, testimoniano un approccio avanzato alla circolarità.

Alle istituzioni spetta il compito di sostenere concretamente le imprese nel passaggio verso modelli produttivi più innovativi e sostenibili e la Camera di Commercio della Toscana Nord-Ovest opera in questa direzione accompagnando le aziende nei percorsi di digitalizzazione e transizione ecologica, favorendo il collegamento con il sistema della ricerca e contribuendo a rafforzare la qualità e il valore del Made in Italy. Per i territori a vocazione conciaria, ciò significa assumere un ruolo attivo nell'orientare lo sviluppo del settore, consolidando le esperienze più avanzate e rendendo il comparto sempre più competitivo all'interno della bioeconomia europea. L'obiettivo è chiaro: trasformare un modello già solido in un sistema ancora più integrato, capace di unire innovazione, sostenibilità e crescita economica.

this context that the new tools promoted by the European Union come into play, including the Digital Product Passport, which is set to become a key reference point for ensuring transparency, access to information, and traceability throughout the entire product lifecycle. This represents a significant opportunity for the tanning industry, which will thus be able to further highlight the origin, quality, and sustainability of its products.

The tanning district of Santa Croce sull'Arno is a tangible example of this trajectory. Over time, a productive ecosystem has taken root here that today combines manufacturing expertise, shared infrastructure, and continuous innovation. Consortium-based systems for wastewater treatment and resource recovery, as well as initiatives to enhance by-products—ranging from the reuse of organic waste to the development of new materials—show a forward-thinking approach to the circular economy.

It is the responsibility of institutions to provide tangible support to businesses as they transition toward more innovative and sustainable production models, and the Chamber of Commerce of Northwest Tuscany is working toward this goal by guiding companies through their digitalization and ecological transition processes, fostering connections with the research community, and helping to enhance the quality and value of Made in Italy products. For regions with a strong tanning industry, this means taking an active role in shaping the sector's development, building on best practices, and making the industry increasingly competitive within the European bioeconomy. The goal is clear: to transform an already solid model into an even more integrated system capable of combining innovation, sustainability, and economic growth.

## Testimonianze della CCIAA di Vicenza

### Cuoio e biobased economy: L'ecosistema abilitante dell'industria circolare

L'industria conciaria italiana si trova ad affrontare oggi un passaggio decisivo: non è più sufficiente, infatti, misurarsi sui mercati internazionali secondo la tradizionale dialettica tra qualità del prodotto e costo dei fattori, ma diventa imperativo anche sapersi collocare con piena consapevolezza dentro il paradigma della bioeconomia e dell'economia circolare. Una nuova sfida, questa, che il Distretto della Concia di Vicenza è culturalmente pronto ad affrontare, come sottolinea il Presidente della Camera di Commercio di Vicenza Giorgio Xoccatto: «Storicamente il nostro Distretto è avvantaggiato in un questo percorso per la particolare sensibilità che ha già dimostrato, nell'ultimo ventennio, rispetto alla sostenibilità ambientale, ideando e realizzando progettualità che sono andate ben oltre i vincoli sempre più stringenti imposti dal legislatore e configurandosi per questo motivo a tutti gli effetti come buone pratiche che hanno fatto scuola a livello nazionale e anche internazionale. Le imprese vicentine della concia hanno compreso da tempo come la sostenibilità ambientale possa rappresentare una leva di competitività piuttosto che un vincolo, in quanto elemento di distinzione rispetto ai competitors in un mercato sempre più sensi-



La sede della CCIAA di Vicenza

### Leather and the biobased economy: The enabling ecosystem of the circular economy

The Italian tanning industry is currently facing a decisive turning point: it is no longer enough to compete on international markets based on the traditional trade-off between product quality and factor costs; rather, it has become imperative to position oneself with full awareness within the paradigm of the bioeconomy and the circular economy. This is a new challenge that the Vicenza Tanning District is culturally ready to tackle, as Giorgio Xoccatto, President of the Vicenza Chamber of Commerce, points out: "Historically, our District has an advantage in this endeavor due to the particular sensitivity it has already demonstrated over the past two decades toward environmental sustainability, devising and implementing projects that have gone well beyond the increasingly stringent requirements imposed by the law-maker and, for this reason, have effectively established themselves as best practices that have set a precedent both nationally and internationally. Leather tanning companies in Vicenza have long recognized that environmental sustainability can serve as a competitive advantage rather than a constraint, as it sets them apart from their competitors in a market that is increasingly sensitive to this

bile al tema. Una spinta che nasce dal consumatore finale ma che a cascata influenza tutta la filiera, incluse dunque le aziende che operano nel BtoB. Ora si tratta di compiere un ulteriore salto di qualità, focalizzando e valorizzando un concetto di economia circolare che in realtà è insito nell'industria conciaria». In questo quadro emerge con forza il ruolo decisivo che può avere la presenza a Vicenza di una sede della Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle materie concianti, proprio nell'ottica di supportare l'intera filiera - in tutta la sua complessa articolazione - nello sviluppare pienamente la sua capacità di recuperare, rigenerare e reimmettere valore nei cicli produttivi.

«Per un territorio come il nostro - sottolinea Francesca Vitetta, responsabile dell'Area Innovazione di Made in Vicenza, Azienda Speciale della Camera di Commercio di Vicenza - il tema non è aderire a una tendenza, ma governare un'evoluzione strutturale già in atto. Quando parliamo di "ecosistema abilitante" dell'industria circolare riferito al comparto conciario, non facciamo riferimento a un concetto astratto o descrittivo. Parliamo, piuttosto, dell'insieme integrato di condizioni tecniche, infrastrutturali, regolatorie, finanziarie e organizzative che consentono alle imprese di trasformare la sostenibilità da obbligo di conformità a leva industriale».

In questo ecosistema rientrano la disponibilità di tecnologie per il recupero degli scarti, l'efficienza dei sistemi di depurazione e trattamento, la ricerca applicata sui sottoprodotti proteici e fibrosi, la qualità delle relazioni tra concerie, chimici, impiantisti, gestori ambientali, brand e organismi di certificazione. La

issue. A trend that originates with the end consumer but has a ripple effect on the entire supply chain, including, therefore, companies operating in the B2B sector. Now it's time to take another leap forward by focusing on and promoting the concept of the circular economy, which is actually already inherent in the tanning industry."

In this context, the decisive role that the presence in Vicenza of a branch of the **Italian Leather Research Institute (SSIP)** Materials Industry can play becomes strikingly clear, precisely with a view to supporting the entire supply chain—in all its complexity—in fully developing its capacity to recover, regenerate, and reintroduce value into production cycles.

"For a region like ours," emphasizes Francesca Vitetta, head of the Innovation Division at Made in Vicenza, a special agency of the Vicenza Chamber of Commerce, "the issue is not about jumping on a bandwagon, but about managing a structural evolution that is already underway. When we talk about the "enabling ecosystem" of the circular economy as it relates to the tanning industry, we are not referring to an abstract or descriptive concept. We are talking instead about the integrated set of technical, infrastructural, regulatory, financial, and organizational conditions that enable companies to transform sustainability from a compliance requirement into a competitive advantage."

This ecosystem encompasses the availability of waste recovery technologies, the efficiency of purification and treatment systems, applied research on protein and fiber byproducts, and the quality of relationships between tanneries, chemists, plant engineers, envi-

circolarità, infatti, non si realizza per dichiarazione di principio: si realizza quando la filiera è in grado di misurare i flussi, distinguere ciò che è rifiuto da ciò che può tornare materia, e costruire processi industrialmente replicabili. Per il settore, il primo nodo tecnico riguarda precisamente la gestione e la valorizzazione dei residui di processo. Rasature, rifili, carnicci, fanghi, bagni esausti e sottoprodotti organici non possono più essere considerati soltanto voci passive del ciclo conciarario, ma devono entrare in una logica di upstream e downstream integration, nella quale ogni frazione sia analizzata per contenuto, destinazione e potenziale di recupero. La traiettoria più avanzata è quella che punta alla massima valorizzazione di collagene, proteine, grassi e matrici secondarie, riducendo progressivamente il ricorso allo smaltimento e incrementando il tasso di reimpiego in altre filiere industriali.

A questo si collega il tema dell'acqua, dell'energia e dei reagenti chimici: la vera circolarità conciararia non si limita al fine vita del materiale, ma investe la progettazione del processo, la selezione delle sostanze, il riuso interno ed esterno delle risorse, la riduzione dell'impronta ambientale lungo tutto il ciclo. Vi è poi una seconda questione, altrettanto rilevante, che riguarda la governance normativa e di mercato. Le imprese conciarie operano oggi in un contesto in cui tracciabilità, conformità chimica, rendicontazione ESG, passaporto di prodotto, carbon footprint e responsabilità di filiera stanno diventando elementi ordinari del rapporto con i committenti, soprattutto nei segmenti medio-alti e internazionali. Ciò impone un salto di qualità

environmental management firms, brands, and certification bodies. In fact, circularity is not achieved simply by declaring it a principle; it is achieved when the supply chain is able to measure material flows, distinguish between waste and materials that can be reused, and develop processes that can be replicated on an industrial scale.

For the industry, the first technical challenge specifically concerns the management and repurposing of process residues. Shavings, trimmings, fleshings, sludge, spent baths, and organic byproducts can no longer be viewed merely as waste products of the tanning cycle; instead, they must be integrated into an upstream and downstream framework, in which each fraction is analyzed for its composition, intended use, and recovery potential. The most advanced approach is one that aims to maximize the recovery of collagen, proteins, fats, and secondary matrices, while progressively reducing the need for disposal and increasing the rate of reuse in other industrial sectors.

This ties in with the issue of water, energy, and chemical reagents: true circularity in the tanning industry is not limited to the end of a material's life cycle, but encompasses process design, the selection of substances, the internal and external reuse of resources, and the reduction of the environmental footprint throughout the entire cycle.

There is also a second, equally important issue concerning regulatory and market governance. Today, tanning companies operate in an environment where traceability, chemical compliance, ESG reporting, product passports, carbon footprints, and supply chain responsibility are becoming standard elements of their

circolarità, infatti, non si realizza per dichiarazione di principio: si realizza quando la filiera è in grado di misurare i flussi, distinguere ciò che è rifiuto da ciò che può tornare materia, e costruire processi industrialmente replicabili. Per il settore, il primo nodo tecnico riguarda precisamente la gestione e la valorizzazione dei residui di processo. Rasature, rifli, carnicci, fanghi, bagni esausti e sottoprodotti organici non possono più essere considerati soltanto voci passive del ciclo conciario, ma devono entrare in una logica di upstream e downstream integration, nella quale ogni frazione sia analizzata per contenuto, destinazione e potenziale di recupero. La traiettoria più avanzata è quella che punta alla massima valorizzazione di collagene, proteine, grassi e matrici secondarie, riducendo progressivamente il ricorso allo smaltimento e incrementando il tasso di reimpiego in altre filiere industriali.

A questo si collega il tema dell'acqua, dell'energia e dei reagenti chimici: la vera circolarità conciaria non si limita al fine vita del materiale, ma investe la progettazione del processo, la selezione delle sostanze, il riuso interno ed esterno delle risorse, la riduzione dell'impronta ambientale lungo tutto il ciclo. Vi è poi una seconda questione, altrettanto rilevante, che riguarda la governance normativa e di mercato. Le imprese conciarie operano oggi in un contesto in cui tracciabilità, conformità chimica, rendicontazione ESG, passaporto di prodotto, carbon footprint e responsabilità di filiera stanno diventando elementi ordinari del rapporto con i committenti, soprattutto nei segmenti medio-alti e internazionali. Ciò impone un salto di qualità

environmental management firms, brands, and certification bodies. In fact, circularity is not achieved simply by declaring it a principle; it is achieved when the supply chain is able to measure material flows, distinguish between waste and materials that can be reused, and develop processes that can be replicated on an industrial scale.

For the industry, the first technical challenge specifically concerns the management and repurposing of process residues. Shavings, trimmings, fleshings, sludge, spent baths, and organic byproducts can no longer be viewed merely as waste products of the tanning cycle; instead, they must be integrated into an upstream and downstream framework, in which each fraction is analyzed for its composition, intended use, and recovery potential. The most advanced approach is one that aims to maximize the recovery of collagen, proteins, fats, and secondary matrices, while progressively reducing the need for disposal and increasing the rate of reuse in other industrial sectors.

This ties in with the issue of water, energy, and chemical reagents: true circularity in the tanning industry is not limited to the end of a material's life cycle, but encompasses process design, the selection of substances, the internal and external reuse of resources, and the reduction of the environmental footprint throughout the entire cycle.

There is also a second, equally important issue concerning regulatory and market governance. Today, tanning companies operate in an environment where traceability, chemical compliance, ESG reporting, product passports, carbon footprints, and supply chain responsibility are becoming standard elements of their

nella capacità di produrre dati affidabili, comparabili e verificabili.

«La bioeconomia, nel comparto pelle, non può essere ridotta a una narrazione semplificata sul "naturale" - sottolinea a questo riguardo la dott.ssa Vitetta - ma deve poggiare su metriche solide, su bilanci di massa rigorosi, su analisi del ciclo di vita credibili e su una chiara distinzione tra recupero effettivo di materia, recupero energetico e semplice trasferimento dell'impatto ambientale da una fase all'altra. In questo senso, il vantaggio competitivo andrà sempre più a quelle imprese che sapranno unire qualità conciararia, presidio tecnologico e robustezza documentale».

«Come sistema camerale e come istituzioni territoriali - evidenzia il presidente Xoccatto - riteniamo che la priorità sia rafforzare le condizioni di contesto che rendono questo percorso concretamente praticabile anche per le piccole e medie imprese, che costituiscono l'ossatura del distretto. Per riuscirci occorre una visione di filiera: l'economia circolare non si costruisce impresa per impresa in modo isolato, bensì attraverso un'infrastruttura condivisa tra tutti gli attori del Distretto e su questo la Camera di Commercio può fornire un contributo importante nel suo ruolo di sintesi delle Categorie Economiche, interlocutore privilegiato delle Istituzioni e, non da ultimo, soggetto erogatore di risorse economiche rilevanti per la crescita delle imprese e del territorio».

Il distretto vicentino della concia ha dunque tutte le potenzialità per continuare a svolgere un ruolo da protagonista: non subendo la transizione, ma guidandola con competenza, investimenti e responsabilità.

relationships with clients, particularly in the mid-to-high-end and international segments. This requires a significant improvement in the ability to produce reliable, comparable, and verifiable data.

"In the leather sector, the bioeconomy cannot be reduced to a simplistic narrative about 'natural' products," Dr. Vitetta emphasizes, "but must be based on solid metrics, rigorous mass balances, credible life-cycle analyses, and a clear distinction between actual material recovery, energy recovery, and the mere transfer of environmental impact from one stage to another. In this regard, the competitive advantage will increasingly go to those companies that can combine tanning quality, technological expertise, and robust documentation."

"As a chamber of commerce and as local institutions," President Xoccatto points out, "we believe that the priority is to strengthen the conditions that make this path a realistic option even for small and medium-sized enterprises, which form the backbone of the district. To achieve this, we need a supply-chain perspective: the circular economy cannot be built by individual companies acting in isolation, but rather through an infrastructure shared by all stakeholders in the District. In this regard, the Chamber of Commerce can make a significant contribution in its role as the coordinating body for economic sectors, a key partner for institutions, and, last but not least, a provider of substantial financial resources for the growth of businesses and the local economy."

The Vicenza tanning district therefore has every potential to continue playing a leading role: not by merely going through the transition, but by guiding it with expertise, investment, and responsibility.

## L'interazione tra chimica e processi genera pellami bio-based

Il settore conciario internazionale è attualmente in una fase di cambiamento del mercato, coinvolto e travolto, suo malgrado, da dinamiche geopolitiche che stanno ridisegnando gli equilibri economici mondiali, e di conseguenza le scelte dei consumatori, che stanno cambiando abitudini, comportamenti e propensione alla spesa.

Questo contesto impone alle aziende della nostra filiera di attivarsi per cambiare lo stigma che si è venuto a creare nei confronti della pelle, a tutto vantaggio di materiali sintetici, essenzialmente a base di derivati petrolchimici, ma che hanno saputo costruire una narrazione basata su un basso impatto ecologico di una produzione che, di fatto, incide in maniera significativa sull'ambiente.

La maggior parte delle nuove generazioni sceglie i prodotti non solo in base a stile, prezzo o marchio, ma anche in base all'impatto ambientale dei materiali utilizzati per la loro produzione, anche se raramente si valuta cosa succede a quei prodotti a fine utilizzo.

A differenza dei pellami, che sono realmente bio-based, i materiali sintetici sopravvivono a chiunque li acquisti, rimangono in discarica per secoli, rilasciando microplastiche nel terreno e nei corsi d'acqua; il loro ciclo di vita



**Pierluigi Braggion**

Presidente UNPAC

## The interaction between chemistry and processes results in bio-based leathers

The international leather industry is currently undergoing a period of market transformation, caught up in—and, despite itself, swept along by—geopolitical dynamics that are reshaping the global economic balance and, consequently, consumer choices, as people change their habits, behaviors, and spending patterns.

This context requires companies in our industry to take action to challenge the stigma that has developed around leather, to the benefit of synthetic materials—which are essentially derived from petrochemicals—but which have managed to construct a narrative based on the low environmental impact of a production process that, in reality, has a significant impact on the environment.

Most young people don't choose products only based on style, price, or brand, but also on the environmental impact of the materials used in their production, even though they rarely consider what happens to those products at the end of their useful life.

Unlike leather, which is truly bio-based, synthetic materials outlast anyone who buys them; they remain in landfills for centuries, releasing microplastics into the soil and waterways; their lifecycle is linear and not

è lineare e non intrinsecamente circolare come è invece per la pelle.

La sostenibilità non è solo il modo in cui un prodotto viene realizzato, ma anche ciò che accade quando giunge a fine vita, quindi, quando si sceglie una giacca in poliestere invece della lana, o una borsa di plastica "vegan" invece di una realizzata in pelle, non si sta scegliendo solo un prodotto, si sta decidendo che tipo di rifiuti non biodegradabili lasciare in eredità alle generazioni future. Proprio per evitare che la sostenibilità diventi storytelling, il nostro sistema produttivo deve saper attuare un piano sistemico e concreto per la riduzione dell'impatto ambientale.

Per queste ragioni, da tempo, le aziende chimiche della filiera pelle si sono attivate per lo sviluppo di ausiliari conciari di nuova generazione, anche facendo ricorso alla chimica bio-based, per dare ai partner conciatori l'opportunità di realizzare un materiale a bassissimo impatto ambientale, che deve conciliare sostenibilità e competitività, ecologia e lavoro, innovazione e tradizione.

La chimica bio-based nella lavorazione dei pellami rappresenta una frontiera innovativa, finalizzata a sostituire i prodotti di origine petrolchimica con sostanze derivate da fonti rinnovabili, da biomasse o da scarti di produzione, garantendo alte performance e riducendo l'impronta ambientale.

L'integrazione di prodotti bio-based nel processo chimico-conciario, all'interno delle due macro aree di lavorazione della pelle, consente di eliminare sostanze nocive, migliorando la biocompatibilità del pellame riducendo la dipendenza dalle fonti fossili, in linea con gli obiettivi del Green Deal Europeo. Lavorazioni a umido: l'uso di prodotti alternativi permette di sostituire agenti chimici ag-

inherently circular, as it is for leather.

Sustainability isn't just about how a product is made, but also what happens to it at the end of its life. So when you choose a polyester jacket instead of a wool one, or a "vegan" plastic bag instead of a leather one, you're not just choosing a product—you're deciding what kind of non-biodegradable waste you'll be leaving behind for future generations. In order to prevent sustainability from becoming mere storytelling, our production system should be able to implement a comprehensive and concrete plan to reduce our environmental impact.

For these reasons, chemical companies in the leather industry have long been working to develop a new generation of chemical tanning products—including those based on bio-based chemistry—to give their tanning partners the opportunity to produce materials with an extremely low environmental impact, which should balance sustainability and competitiveness, ecology and employment, innovation and tradition.

Bio-based chemistry in leather processing represents an innovative frontier, aimed at replacing petrochemical products with substances derived from renewable sources, biomass, or production waste, ensuring high performance and reducing the environmental footprint.

The integration of bio-based products into the chemical tanning process, across the two main areas of leather processing, makes it possible to remove harmful substances, improve leather biocompatibility, and reduce dependence on fossil fuels, in line with the objectives of the European Green Deal.

Wet processing: the use of alternative products makes it possible to replace harsh

gressivi nelle fasi di riviera e concia, migliorando la qualità dei reflui conciari, riducendo la presenza di cloruri, solfuri e dei fanghi.

Lavorazioni di rifinizione: vengono impiegati prodotti quali resine bio-based, realizzati con polimeri derivati da biomasse, come ad esempio polioli ricavati da oli vegetali, riducendo la dipendenza da resine di origine fossile.

Per ottenere i risultati attesi, occorre essere consapevoli che il comparto chimico ha affrontato importanti investimenti in ricerca e sviluppo di innovativi processi produttivi, dall'identificazione di una nuova matrice/base, alle analisi per una valutazione in ambito funzionale, alla formulazione e prove applicative, sia per un nuovo prodotto che per una parziale sostituzione di una matrice all'interno di un ausiliario già industrializzato, per arrivare ad effettuare prove preindustriali in conceria e alla conseguente e definitiva industrializzazione del prodotto, fase questa che include anche la valutazione dell'impatto sui reflui, liquidi, gassosi e solidi.

Questi fattori hanno permesso di ottenere risultati concreti in termini di innovazione, grazie allo sviluppo di tecnologie che hanno saputo generare implementazione, efficientamento e ottimizzazione dei processi conciari. La centralità dei dati misurabili diventa il requisito per sostenere dichiarazioni ambientali veritiere, ed è per questo che UNPAC ha attivato il progetto LCA degli ausiliari conciari, ma di questo vorrei parlare in un intervento dedicato.

chemicals in the beamhouse and tanning stages, thereby improving the quality of tannery wastewater and reducing the presence of chlorides, sulfides, and sludge.

Finishing processes: products such as bio-based resins—made from biomass-derived polymers, such as polyols derived from vegetable oils—are used, thereby reducing reliance on fossil-based resins.

In order to achieve the expected results, it is important to recognize that the chemical industry has made significant investments in research and development of innovative production processes, ranging from the identification of a new matrix/base, to functional evaluation analyses, to formulation and application testing—whether for a new product or for the partial replacement of a matrix within an already existing chemical product—leading up to pre-industrial testing in tanneries and the subsequent and final product engineering, a step that also includes the assessment of the impact on liquid, gaseous, and solid waste streams.

These factors have led to tangible results in terms of innovation, thanks to the development of technologies that have enabled the implementation, streamlining, and optimization of tanning processes.

The central role of measurable data is essential for supporting accurate environmental claims, which is why UNPAC has launched the LCA project for chemical tanning products; however, I will discuss this in a separate paper.



Sabrina Frontini

Direttore Icec  
Istituto di Certificazione  
della qualità per l'area Pelle

## L'innovazione sostenibile in conceria

Quale sarà la sfida futura per il settore pelle per stare al passo coi tempi? Potremmo ipotizzare di trasformare l'industria conciaria da **"tradizione artigianale"** a **"motore tecnologico"** della bioeconomia?

Nei fatti l'industria conciaria non è più solo una filiera di recupero di un by product dell'industria alimentare (la pelle grezza), ma si sta trasformando in un vero e proprio **hub tecnologico**. In questa nuova sfida, la conceria dialoga con tutta la filiera e con altri settori diventando il centro di un ecosistema in cui il cuoio convive e si integra con nuovi materiali **bio-based**.

### Il Ruolo delle Certificazioni ICEC: Validare l'Innovazione

In un mercato affollato di dichiarazioni ambientali spesso ambigue, le Certificazioni ICEC agiscono come il **"passaporto tecnico"** che abilita la transizione. Non si limitano a fotografare lo stato dell'arte, ma certificano anche la reale integrazione della conceria nella bioeconomia. Non è banale misurare e validare le performance che i sistemi di gestione ed i prodotti conseguono oltre a quanto richiesto dalla conformità legislativa: in questo ci aiutano gli **standard ufficiali UNI, EN, ISO**. Ed attraverso l'**Accreditamento** si conferisce valore aggiunto alle attività di certificazione

## Sustainable innovation in tanning

What will be the future challenge for the leather industry in keeping up with the times? Could we imagine transforming the tanning industry from **"artisan tradition"** to **"technological driver"** of the bioeconomy?

In fact, the tanning industry is no longer merely a sector that recycles a byproduct of the food industry (raw hides), but is transforming into a full-fledged **technology hub**. In this new challenge, the tannery collaborates with the entire supply chain and other sectors, becoming the hub of an ecosystem where leather coexists and integrates with new **bio-based materials**.

### The Role of ICEC Certifications: Validating Innovation

In a market flooded with often ambiguous environmental claims, ICEC Certifications serve as the **"technical passport"** that enables the transition. They do not merely document the current state of affairs, but also certify the tannery's genuine integration into the bioeconomy. It is no small matter to measure and validate the performance of management systems and products beyond what is required by legal compliance; this is where the **official UNI, EN, and ISO standards** come in. And through **Accreditation**, added value is brought to certification activities by ensur-

garantendo imparzialità, competenza, riservatezza. Valori scontati? Per niente. Basta analizzare il mercato e vedere quante iniziative di qualifica proliferano senza il rispetto delle buone prassi fin qui citate.

Possiamo citare alcuni esempi di standard certificabili che si possono correlare al tema dell'innovazione in ambito bio-based.

La **tracciabilità** della pelle (ICEC ST410) ed il claim "recuperiamo le nostre pelli dall'industria alimentare" (ICEC TS733): dimostrano il legame diretto tra lo scarto dell'industria alimentare e il prodotto finito, garantendo la trasparenza della filiera. E con analisi di rischio integrate anche condizioni etiche (benessere animale, assenza di deforestazione).

Le norme di **prodotto**: possono misurare durabilità delle pelli a seconda della destinazione d'uso (UNI10594, UNI10826), il contenuto di origine biologica dei materiali (EN 16640/EN 16785-1), la tendenza alla biodegradabilità del cuoio (ISO 20136), etc

Lo standard UNI 11427: misura i **bassi impatti ambientali** della produzione della pelle permettendo di nominarla come ecologica (premettendo che è sempre di origine animale, durevole, e con impatti ambientali misurati e 'ridotti' perché siamo onesti: lo zero non esiste).

Se la transizione verso un'economia circolare richiede innovazione e scelte che privilegiano soluzioni durevoli e sostenibili, la certificazione è lo strumento per misurarne e validarne i risultati, comunicandoli in modo non fuorviante. Lo chiedono anche le Direttive, per esempio la recente sul "**greenwashing**" (UE 2024/825) che assegna un peso enorme alla certificazione volontaria di terzo tipo necessaria per accompagnare ogni **claim di tipo ambientale**.

ing impartiality, competence, and confidentiality. Obvious values? Hardly. It's enough to analyze the market to see how many training programs are popping up without adhering to the best practices mentioned above.

We can cite a few examples of certifiable standards that relate to the topic of bio-based innovation.

The **traceability** of the leather (ICEC ST410) and the claim "we source our hides from the food industry" (ICEC TS733) show the direct link between food industry waste and the finished product, ensuring transparency throughout the supply chain. And risk analyses that also incorporate ethical conditions (animal welfare, no deforestation).

**Product** standards: they can measure the durability of leather depending on its intended use (UNI 10594, UNI 10826), the bio-based content of materials (EN 16640/EN 16785-1), the biodegradability of leather (ISO 20136), etc...

The UNI 11427 standard measures the **low environmental impact** of leather production, allowing it to be labeled as eco-friendly (provided that it is always of animal origin, durable, and has a measured and "reduced" environmental impact—because, let's be honest: zero doesn't exist).

While the transition to a circular economy requires innovation and decisions that prioritize durable and sustainable solutions, certification is the tool for measuring and validating these results and communicating them in a way that is not misleading. This is also required by the Directives, such as the recent one on "**greenwashing**" (EU 2024/825), which places great emphasis on the third-party voluntary certification required to support every **environmental claim**.

## Verso una Simbiosi Industriale e Tecnologica

L'integrazione circolare richiede che la conceria non guardi solo a monte (il macello), ma anche a valle e lateralmente (altri settori bio-based). Qualche esempio?

La **chimica** che collabora per lo sviluppo di agenti concianti sempre più eco compatibili. Le industrie di trasformazione e recupero degli **scarti o sottoprodotti conciari**: diventano input per altre industrie esempio di fertilizzanti organici o biostimolanti, chiudendo il ciclo biologico.

Inoltre, la vera sfida della "Biobased Economy" non è solo usare materiali eco compatibili, ma garantire che tali materiali mantengano le alte prestazioni richieste dai clienti e dal design, mantenendo al contempo un basso impatto ambientale misurato dagli LCA (Life Cycle Assessment).

## La certificazione come un Passaporto per il futuro

Le certificazioni ICEC trasformano la sostenibilità da concetto astratto ad un **asset competitivo**. Per un'azienda conciaria, aderire a questi standard significa posizionarsi come partner affidabile, offrendo al mercato un materiale che è, per definizione, il miglior esempio di economia circolare applicata.

Inoltre le Certificazioni non devono essere percepite solo come un bollino di conformità, ma come il motore che alimenterà in futuro il **Digital Product Passport (DPP)** del cuoio, garantendo che ogni metro quadro di pelle sia etico, deforestation-free e pienamente integrato nella bioeconomia del futuro. Non autodichiarato, ma validato.

In questo ecosistema, il cuoio smette di essere solo un materiale naturale per diventare un modello di efficienza tecnologica e responsabilità ambientale.

## Toward an Industrial and Technological Symbiosis

Circular integration requires that tanneries look not only upstream (to the slaughterhouse) but also downstream and laterally (to other bio-based sectors). Some examples?

**Chemistry** contributing to the development of increasingly eco-friendly tanning agents. The processing and recovery industries for **tannery waste or by-products**: these become inputs for other industries—such as organic fertilizers or biostimulants—thereby closing the biological cycle.

Furthermore, the real challenge of the "Biobased Economy" is not merely to use eco-friendly materials, but to ensure that these materials maintain the high performance levels demanded by customers and design requirements, while keeping their environmental impact low as measured by LCA (Life Cycle Assessment).

## Certification as a Passport to the Future

ICEC certifications transform sustainability from an abstract concept into a **competitive advantage**. For a tanning company, adhering to these standards means positioning itself as a reliable partner, offering the market a material that is, by definition, the best example of the circular economy in practice.

Furthermore, certifications should not be viewed merely as a compliance label, but as the driving force behind the future **Digital Product Passport (DPP)** for leather, ensuring that every square meter of leather is ethically sourced, deforestation-free, and fully integrated into the bioeconomy of the future. Not self-reported, but verified.

In this ecosystem, leather ceases to be merely a natural material and becomes a model of technological efficiency and environmental responsibility.



**Mario Bonaccorso**

Direttore Spring  
Italian Circular  
Bioeconomy Cluster

## La Bioeconomia come driver strategico per l'industria conciaria: prospettive di sviluppo e scale-up tecnologico nel sistema moda italiano

Nel contesto della transizione ecologica globale, la bioeconomia si configura come un metasettore determinante per la riconciliazione tra sviluppo industriale, tutela ambientale e coesione sociale. In Italia, la bioeconomia rappresenta un comparto dal valore di circa **430 miliardi di euro**, con una forza lavoro stimata in **2 milioni di addetti**. Tali cifre, inserite in un quadro europeo che attesta un valore della produzione di 3.000 miliardi di euro e 17 milioni di occupati, evidenziano la rilevanza di una strategia basata sull'uso sostenibile di risorse biologiche rinnovabili.

Secondo i dati del Rapporto sulla Bioeconomia in Europa, curato dalla Direzione Studi di Intesa Sanpaolo, in collaborazione con il Cluster Spring l'Italia non solo si conferma un punto di riferimento metodologico, ma definisce traiettorie precise per l'implementazione della Strategia Nazionale per la Bioeconomia.

Un'analisi di dettaglio sul sistema moda rivela come l'incidenza delle produzioni *bio-ba-*

## Bioeconomy as a strategic driver for the tanning industry: prospects for development and technological scale-up in the Italian fashion sector

In the context of the global ecological transition, the bioeconomy emerges as a key sector for reconciling industrial development, environmental protection, and social cohesion. In Italy, the bioeconomy is a sector worth approximately 430 billion euros, with an estimated workforce of 2 million people. These figures, viewed within a European context that shows a production value of 3 trillion euros and 17 million jobs, underscore the importance of a strategy based on the sustainable use of renewable biological resources.

According to data from the Bioeconomy in Europe Report, prepared by in collaboration with Cluster Spring Research Department of Intesa Sanpaolo, Italy not only reaffirms its role as a methodological benchmark but also outlines specific pathways for the implementation of the National Bioeconomy Strategy.

A detailed analysis of the fashion industry reveals that the share of *bio-based* production

sed sia sensibilmente superiore alla media continentale. In particolare, il settore della **concia, della pelletteria e delle calzature** presenta un peso del valore bio-based che supera il **55%**, superando significativamente il segmento del tessile e dell'abbigliamento (attestato al 40%).

Questa realtà non è meramente teorica, ma si poggia su solidi investimenti infrastrutturali. L'Italia ospita diversi impianti cosiddetti **"flagship"** — primi nel loro genere a livello mondiale — che dimostrano la capacità del Paese di trasformare la ricerca scientifica in capacità produttiva reale. In questo ecosistema, la Campania si distingue per un'intensa attività di ricerca e innovazione, dove attori come la **Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli (SSIP)** giocano un ruolo cruciale nel validare e promuovere soluzioni biotecnologiche applicate alla filiera della pelle. Il passaggio dalla fase di *R&D* (Ricerca e Sviluppo) alla produzione industriale di bioprodotto innovativi richiede misure di supporto mirate a favorire lo **scale-up tecnologico**. Il Cluster SPRING opera come facilitatore di questi processi, promuovendo il dialogo tra i numerosi stakeholder leader nei propri ambiti di riferimento.

In ambito regionale, un esempio positivo è rappresentato dall'esperienza di **TerraNext**, il primo acceleratore per la bioeconomia con sede a Napoli, che ha permesso di catalizzare la crescita di numerose startup nel metasettore, fornendo loro gli strumenti necessari per la validazione di modelli di business circolari.

is significantly higher than the continental average. In particular, the tanning, leather goods, and footwear sector accounts for more than **55%** of bio-based value, significantly outpacing the textile and apparel segment (which stands at 40%).

This is not merely a theoretical concept, but is based on robust infrastructure investments. Italy is home to several so-called "flagship" facilities—the first of their kind in the world—which prove the country's ability to translate scientific research into actual production capacity. Within this ecosystem, Campania stands out for its intense research and innovation activity, where organizations such as the Experimental Station for the Leather Industry (SSIP) play a crucial role in validating and promoting biotechnological solutions applied to the leather supply chain.

The transition from the *R&D* (Research and Development) phase to the industrial production of innovative bioproducts requires targeted support measures to facilitate technological scale-up. The SPRING Cluster acts as a facilitator of these processes, fostering dialogue among the many leading stakeholders in their respective fields.

At the regional level, a positive example is the initiative led by TerraNext, the first bioeconomy accelerator based in Naples, which has helped catalyze the growth of numerous startups in the sector by providing them with the tools needed to validate circular business models.

A long-term vision must necessarily integrate industrial development with respect for

La visione di lungo periodo deve necessariamente integrare lo sviluppo industriale con il rispetto dei **limiti ecologici**, garantendo la tutela dell'ambiente e della salute umana e animale. In quest'ottica, il Cluster sta coordinando il progetto pilota europeo **BioInSouth**, focalizzato sulla Bioeconomia del Mediterraneo che ha nella Regione Campania uno dei suoi otto Hub Regionali.

L'iniziativa si pone l'obiettivo di connettere il livello istituzionale con gli stakeholder produttivi per definire politiche di sviluppo della bioeconomia locale. Tale approccio mira a trasformare la regione in un laboratorio d'avanguardia per l'implementazione di nuove strategie industriali che non prescindano dalla rigenerazione territoriale e dalla valorizzazione degli scarti biologici della filiera conciaria e del sistema moda.

Il consolidamento della bioeconomia nel settore delle pelli e delle materie concianti rappresenta una sfida di sovranità tecnologica e competitività internazionale. Attraverso il rafforzamento della collaborazione tra ricerca, industria e istituzioni, il comparto *bio-based* può guidare il Made in Italy verso un modello produttivo intrinsecamente sostenibile, capace di generare valore economico nel pieno rispetto del capitale naturale.

ecological limits, ensuring the protection of the environment and of human and animal health. With this in mind, the Cluster is coordinating the European project BioInSouth, which focuses on the Campania region.

The initiative aims at bringing together institutional representatives and industry stakeholders to develop policies for the growth of the local bioeconomy. This approach aims at transforming the region into a cutting-edge laboratory for the implementation of new industrial strategies that integrate territorial regeneration and the reuse of biological waste from the tanning industry and the fashion sector.

The consolidation of the bioeconomy in the leather and tanning materials sector poses a challenge in terms of technological sovereignty and international competitiveness. By strengthening collaboration between research, industry, and institutions, the *bio-based* sector can steer "Made in Italy" toward an inherently sustainable production model capable of generating economic value while fully respecting natural capital.



**Lucia Gardossi**

Università degli Studi di Trieste  
Dipartimento di Scienze  
Chimiche e Farmaceutiche

## Il settore cuoio e pelli per l'innovazione sostenibile: nuove opportunità dall'integrazione tecnologica delle filiere dell'industria bio-based

La Bioeconomia italiana nel 2024 ha generato circa 426,8 miliardi di euro, occupando più di due milioni di persone. In questo contesto spicca il sistema Moda, con un peso del 10,1% rispetto a un modesto 2,9% della media UE27, confermando la specializzazione italiana nel tessile-abbigliamento e nella filiera della pelle che rappresenta il 4,2 % del valore della bioeconomia italiana (1). Le nuove sfide tecnologiche che il settore conciario italiano sta affrontando per migliorare sempre di più gli standard di sostenibilità possono trasformarsi in straordinarie opportunità per la creazione di nuove filiere bio-based. Il nostro sistema produttivo nazionale si distingue per la coesistenza, in aree geograficamente concentrate, di produzione agricola primaria e industria manifatturiera: una peculiarità che genera un potenziale unico di sinergie per l'integrazione tecnologica e per l'implementazione di soluzioni bio-based, favorita anche dalla vicinanza logistica tra fonti di biomasse agricole e sottoprodotti industriali. Questo contesto si allinea alla visione di bioraffineria integrata dell'Implementation Action Plan 2025-2027

## Leather sector and sustainable innovation: new opportunities from technologically integrated bio-based value chains.

The Italian Bioeconomy in 2024 generated approximately €426.8 billion, employing more than two million people. Within this landscape, the Fashion system stands out with a share of 10.1%, compared with a modest 2.9% for the EU27 average, reflecting Italy's strong specialization in textiles, apparel and in the leather supply chain, which corresponds to 4.2% of the Italian Bioeconomy value (1). The new technological challenges facing the Italian tanning industry have the potential to become extraordinary opportunities for the establishment of new bio-based value chains. Our national production system is distinguished by the coexistence, in geographically concentrated areas, of primary agricultural production and manufacturing industry — a unique feature that creates exceptional synergies for technological integration and for the implementation of bio-based solutions, further facilitated by the logistical proximity between agricultural biomass sources and industrial by-products. This context aligns with the integrated biorefinery vision set out in the Italian Bioeconomy Implementation

per la Bioeconomia italiana, che individua progetti flagship — concreti, su larga scala e replicabili — emersi dalle consultazioni con i principali attori della Bioeconomia italiana (2).

**Le principali sfide del settore conciario con alto potenziale di innovazione bio-based** possono essere così schematizzate: 1) sostituzione dei derivati del cromo e della glutaraldeide nella concia; 2) riduzione e valorizzazione delle acque reflue; 3) sostituzione di sostanze chimiche sintetiche nei finissaggi; 4) valorizzazione degli scarti solidi.

#### **Sostituzione di agenti chimici tossici nel processo conciario**

La glutaraldeide, a lungo considerata l'alternativa sostenibile al cromo, è sempre più sotto pressione normativa e tossicologica: la Commissione Europea intende inserirla tra le Sostanze Estremamente Preoccupanti (SVHC) del Regolamento REACH, con conseguente obbligo di autorizzazione specifica, complessa e costosa. Le categorie di alternative bio-based più promettenti e meno tossiche sono principalmente tre. Le **dialdeidi da polisaccaridi**, sono utilizzabili anche in combinazione con tannini e composti fenolici vegetali, con il limite principale dell'alto costo del periodato. Le **dialdeidi aromatiche bio-based**, in particolare il 2,5-diformylfuran (DFF), ottenuto dall'ossidazione dell'HMF a sua volta derivato dalla disidratazione di carboidrati (3). Per rendere il DFF competitivo occorrono due ottimizzazioni simultanee: i) sintesi di HMF (monomero di alto interesse per l'industria dei polimeri bio-based) con alta resa e purezza; ii) ossidazione selettiva del HMF a DFF con enzimi o catalizzatori economici. Gli **epossidi bio-based**, come il glicerolo poliglicidil etere e gli oli vegetali epos-

Action Plan 2025-2027, which identifies flagship projects — concrete, large-scale and replicable — that have emerged from consultations with the main Italian bioeconomy stakeholders.

**The main challenges in the tanning sector with bio-based development potential** can be summarized as follows: 1) replacement of chromium derivatives and glutaraldehyde in tanning; 2) reduction and valorization of wastewater; 3) substitution of synthetic chemicals in finishing; 4) valorization of solid waste.

#### **Replacement of toxic reagents in tanning processes**

Glutaraldehyde, long regarded as the clean alternative to chromium, is increasingly under regulatory and toxicological pressure: the European Commission intends to include it in the list of Substances of Very High Concern (SVHC) under the REACH Regulation, which would require a specific, complex and costly authorization. The three most promising and less toxic bio-based alternative categories are as follows, which can also be used in combination with vegetable tannins and phenolic compounds, with the main limitation being the high cost of periodate. **Bio-based aromatic dialdehydes**, in particular 2,5-diformylfuran (DFF), obtained by oxidation of HMF, which is itself derived from the dehydration of carbohydrates (3). Making DFF competitive requires two simultaneous optimization: i) high-yield synthesis of pure HMF (monomer of high interest for the polymer industry) from waste biomasses; ii) selective oxidation of HMF to DFF using enzymes or non-noble catalysts. **Bio-based epoxides**, such

sidati, che formano legami covalenti stabili con il collagene aumentandone la temperatura di contrazione, indicatore chiave dell'efficacia conciante. Molecole epossidate analoghe sono già usate come biolubrificanti e bioplastificanti. In conclusione, l'esistenza di processi chemo-enzimatici consolidati per la sintesi ed ossidazione sostenibile di numerose molecole naturali provenienti anche da scarti alimentari rappresenta un'opportunità per produrre agenti reticolanti del collagene o oli ingrassanti, così creando contemporaneamente sinergie con altri settori dell'industria bio-based e dei polimeri.

#### **Innovazioni derivanti dall'ampliamento dell'uso di tecnologie enzimatiche**

Gli enzimi per la concia rappresentano il 10-15% del mercato globale dei prodotti, valutato a circa 10,7 miliardi di dollari nel 2025. I principali impieghi riguardano: il *rinverdimento* (proteasi per reidratare le pelli e rimuovere proteine e grassi residui); la *depilazione-calcinazione* (proteasi alcaline che riducono l'uso di solfuro di sodio, permettono il recupero integro del pelo e garantiscono un'apertura più uniforme della struttura fibrosa); la *purga* (proteasi pancreatiche che ammorbidiscono la pelle e ne determinano il tatto finale, fase delicata che richiede controllo preciso); la *sgrassatura* (lipasi in sostituzione di solventi organici aggressivi); la preparazione alla concia (proteasi alcaline che migliorano l'assorbimento di tannini e concianti); la *concia enzimatica diretta*, con enzimi reticolanti come transglutaminasi e laccasi per stabilizzare il collagene senza ricorrere a metalli; la *rifinitura superficiale*; il *trattamento dei reflui* con proteasi, lipasi e cheratinasi per abbattere il carico organico e valorizzare i sottoprodotti cheratinosi.

as glycerol polyglycidyl ether and epoxidized vegetable oils, which form stable covalent bonds with collagen, increasing its shrinkage temperature. Notably, analogous epoxidized molecules are already used as bio-lubricants and bio-plasticizers. In conclusion, the existence of well-established chemo-enzymatic processes for the sustainable synthesis and oxidation of numerous biomolecules derived from natural biomass or food waste represents an opportunity to produce compounds that can be used as collagen cross-linkers or fat replacers at low cost, while creating synergies with different bio-based sectors.

#### **Innovation opportunities: expansion of enzymatic technologies**

The global leather chemicals market was valued at approximately \$10.7 billion in 2025; enzymes account for 10–15% of the total, a rapidly growing share. The main applications include: *soaking* (proteases to rehydrate hides and remove residual proteins and fats); *liming/unhairing* (alkaline proteases that reduce sodium sulphide use, allow intact hair recovery and ensure a more uniform opening of the fibrous structure); *bating* (pancreatic proteases that soften the hide and determine its final handle — a delicate step requiring precise control); *degreasing* (lipases replacing aggressive organic solvents); pre-tanning preparation (alkaline proteases improving the uptake of tannins and tanning agents); *direct enzymatic tanning*, using cross-linking enzymes such as transglutaminases and laccases to stabilize collagen without metals; surface finishing; and *effluent treatment* with proteases, lipases and keratinases to reduce organic load and valorize keratinous by-products.

## Il settore cuoio e pelli per l'innovazione sostenibile: nuove opportunità dall'integrazione tecnologica delle filiere dell'industria bio-based

Leather sector and sustainable innovation: new opportunities from technologically integrated bio-based value chains.

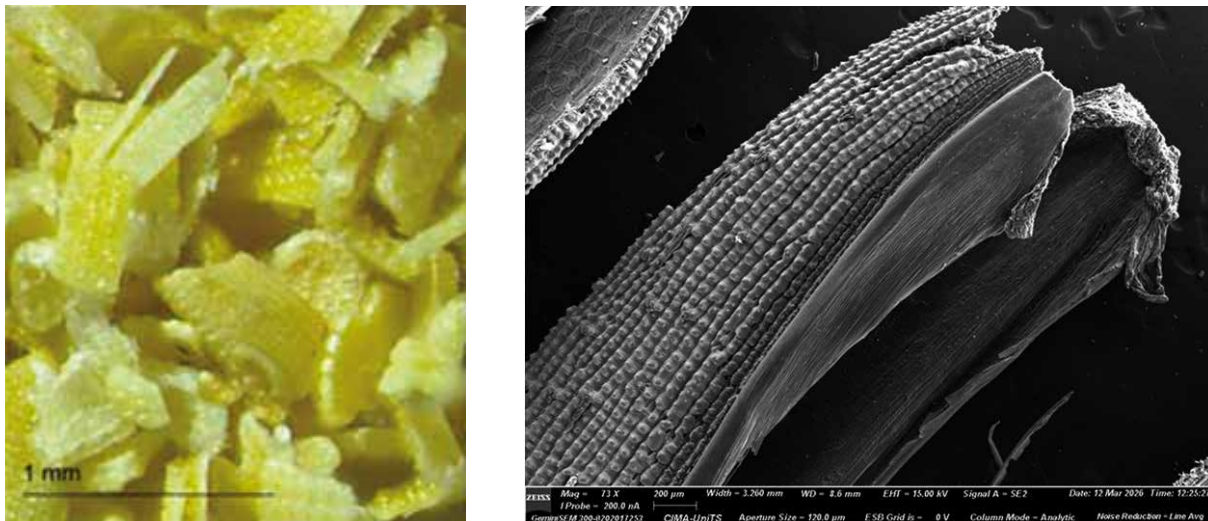


Figura 1. Sinistra: immagine al SEM (73 x) della lolla di riso integra scanning electron micrographs of whole rice husk. Right: enzymes immobilized on fragments of rice husk, image obtained by means of stereoscopic microscopy at 60x magnification.

Figure 1. Left: scanning electron micrographs (73 x magnification) of whole rice husk. Right: enzymes immobilized on fragments of rice husk, image obtained by means of stereoscopic microscopy at 60 x magnification.

L'espansione applicativa è sostenuta dalla riduzione strutturale dei costi di produzione degli enzimi (4). Inoltre l'immobilizzazione di enzimi su supporti solidi permette di aumentare la stabilità e permette il loro recupero e riuso, abbattendo così i costi. I processi basati su enzimi immobilizzati sono già impiegati su larga scala in altri settori industriali: ad esempio, l'impatto delle amilasi immobilizzate sui costi di produzione di etanolo da amido è stimato in appena 1 centesimo per litro. Recentemente è stata dimostrata l'efficienza degli enzimi immobilizzati su lolla di riso italiana, sottoprodotto abbondante, robusto e a basso costo (max 90 €/t) (5). L'Italia, primo produttore europeo di riso, genera circa 280.000 tonnellate di lolla l'anno (6). Applicare questa logica al settore conciario, sfruttando la lolla come supporto per gli enzimi rappresenta una delle direttrici più concrete per costruire

This expansion in applications is driven by the structural reduction in enzyme production costs (4). Furthermore, the immobilization of enzymes on solid supports increases their stability and enables their recovery and re-use, thereby reducing costs. Processes based on immobilized enzymes are already used on a large scale in other industrial sectors: for example, the cost of using immobilized amylases in the production of ethanol from starch is estimated at just 1 cent per liter. The efficiency of enzymes immobilized on Italian rice husks, an abundant, robust and low-cost by-product (max €90/t), has recently been demonstrated (5). Italy, Europe's leading rice producer, generates around 280,000 tons of husks per year (6). Applying this approach to the tanning sector, by using husks as a carrier for enzymes, represents one of the most concrete pathways towards building integrated,

filiere bio-based integrate, territorialmente radicate e competitive a livello globale.

### **Azioni necessarie per creare un contesto abilitante**

Accanto a queste opportunità, vi sono requisiti normativi necessari per creare il contesto che consenta lo sviluppo dell'industria bio-based, a partire dalla necessità di creare codici statistici specifici per l'industria bio-based in grado di identificarne il valore economico e riconoscere la sostenibilità dei suoi prodotti e processi. Allo stesso modo, non esiste ancora uno standard ISO specifico per la sostenibilità del processo di concia nel suo complesso, ovvero uno standard che integri la gestione di sostanze chimiche, energia, acqua, impronta di carbonio e tracciabilità specificamente per la concia. Attraverso l'UNI (l'Ente Nazionale Italiano di Normazione), i distretti conciari italiani potrebbero proporsi come promotori di un nuovo standard integrato di sostenibilità per il settore, trasformando la complessità normativa da vincolo a vantaggio competitivo e leadership internazionale.

### **Bibliografia**

1. <https://group.intesasanpaolo.com/content/dam/portalgroup/repository-documenti/research/it/bioeconomia/2024/La%20Bioeconomia%20in%20Europa%20giugno%202024.pdf>
2. [https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/dccpbpam/pai-16122024\\_italiano.pdf](https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/dccpbpam/pai-16122024_italiano.pdf)
3. <https://doi.org/10.1039/D2RA07153C>
4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.005>
5. Patent application EP25156168.4
6. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100008>

locally rooted and globally competitive bio-based supply chains.

### **Actions to create an enabling environment**

Alongside these opportunities, there are regulatory requirements necessary to create the context for enabling the bio-based industry, starting with the need to create specific statistical codes for the bio-based industry that can identify its economic value and recognize the sustainability of its products and processes. Similarly, there is still no specific ISO standard for the sustainability of the tanning process as a whole — i.e. a standard that integrates chemical, energy, water, carbon footprint and traceability management specifically for tanning. Through UNI (the Italian National Standards Organization), Italian tanning districts could propose themselves as promoters of a new integrated sustainability standard for the sector — transforming the regulatory complexity from a constraint to a competitive advantage and international leadership.

### **References**

1. <https://group.intesasanpaolo.com/content/dam/portalgroup/repository-documenti/research/it/bioeconomia/2024/La%20Bioeconomia%20in%20Europa%20giugno%202024.pdf>
2. [https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/dccpbpam/pai-16122024\\_italiano.pdf](https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/dccpbpam/pai-16122024_italiano.pdf)
3. <https://doi.org/10.1039/D2RA07153C>
4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.005>
5. Patent application EP25156168.4
6. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100008>



**Claudia Florio**

Responsabile Area Ricerca e Sviluppo SSIP - Project Leader del Progetto 4.1-SOLARIS di MICS

## Cuoio e bio-based materials avanzati: contributi scientifici e prospettive dalle ricerche MICS

L'impegno, a livello comunitario e globale per favorire lo sviluppo ed il posizionamento nel quadro economico mondiale delle *Bio-based Industries*, promosso in maniera crescente da organizzazioni pubbliche e private, a livello sia nazionale che internazionale, ha prodotto risultati tangibili; non solo sul piano materiale, favorendo lo sviluppo e le opportunità di crescita delle imprese coinvolte, ma anche su quello immateriale, determinando l'implementazione del livello di conoscenza delle realtà produttive più rappresentative del sistema *Bio-based*, su basi scientifiche e misurabili. In tal senso, gli studi sistemici condotti a livello nazionale, grazie ad organizzazioni come il **Cluster Spring, Cluster Nazionale della Bioeconomia Circolare**, hanno favorito la circolazione di informazioni preziose per la valutazione misurabile degli impatti delle filiere di interesse. Vale la pena di citare i rapporti annuali della Bioeconomia in Italia e particolarmente XI Rapporto, a cura di Intesa San Paolo/Cluster Spring, che fotografa i dati del settore delle industrie *Bio-based* 2025: un quadro che conferma come, ancora una volta, coerentemente con quanto registrato per gli anni precedenti, il **sistema Moda Bio-based** assuma un peso maggiore in Italia rispetto agli altri Paesi europei, proprio grazie al peso della componente conciaria: [...In Italia spicca invece la maggior rilevanza del sistema Moda, con un peso del 10,1%

## Leather and advanced bio-based materials: scientific contributions and insights from MICS research

The commitment, at the EU and global levels, to promote the development and positioning of *Bio-based Industries* within the global economic framework—a commitment increasingly championed by public and private organizations at both the national and international levels—has yielded tangible results; not only tangibly, by fostering the development and growth opportunities of the companies involved, but also intangibly, by enhancing the level of knowledge regarding the most representative production facilities within the *Bio-based* system, based on scientific and measurable criteria. In this regard, systematic studies conducted at the national level—thanks to organizations such as the **Spring Cluster, the National Cluster for the Circular Bioeconomy**—have facilitated the dissemination of valuable information for the measurable assessment of the impacts of the relevant supply chains. In this regard, it is worth mentioning the annual Bioeconomy reports in Italy, particularly the 11th Report, published by Intesa Sanpaolo/Spring Cluster, which provides an overview of the data for the *Bio-based* industries in 2025: a picture that confirms, once again and in line with previous years, that the ***Bio-based* Fashion sector has a greater presence in Italy compared to other European countries, precisely due to the significance of the tanning component: [...In Italy, however, the fashion sector stands out as**

a fronte di un modesto 2,9% per l'UE27, che conferma la nostra forte specializzazione nei settori del tessile-abbigliamento e nella filiera della pelle (sia in termini di output che addetti)...]; e ancora: [...Nel nostro Paese la quota bio-based della produzione di beni del sistema Moda è rilevante e superiore a quella media dell'Unione Europea, con un peso che supera il 55% per la concia, pelletteria e calzature e il 40% per il segmento del tessile-abbigliamento...].

Tali evidenze, rafforzano sensibilmente la consapevolezza sul **valore trainante dell'industria conciaria nel sistema complessivo delle produzioni Bio-based**; sono dati che vanno veicolati e supportati grazie ad azioni costanti e sistemiche, considerato l'impatto che possono generare sui produttori e consumatori.

La Stazione Sperimentale, su questo fronte, in continuità con l'impegno profuso nelle suddette azioni di sistema, anche come Socio del Cluster Spring, ha avviato negli ultimi anni una profonda azione di sostegno alla ricerca di soluzioni scientifiche in grado di implementare il livello di sostenibilità e circolarità delle produzioni conciarie, particolarmente in qualità di socio fondatore del **Partenariato Esteso MICS - Made in Italy Circolare e Sostenibile** (<https://www.mics.tech/>).

Oltrepassato un intenso triennio di collaborazione nell'ambito di MICS, l'imponente "arsenale scientifico" offerto dalla rete della **Fondazione italiana totalmente dedicata alle ricerche sulla sostenibilità e circolarità dei prodotti per il Made in Italy**, ha consentito infatti di elevare ulteriormente il livello di consapevolezza scientifica sul cuoio e di contribuire pertanto a favorire un posizionamento della filiera sempre più dominante nello scenario della *Bioeconomy*. Durante tale percorso, i frutti più significativi per il settore si sono raggiunti nell'ambito del Progetto **4.01 SOLARIS - Sustainable Options for Leather Advances and Recycling Innovative Solutions** (<https://www.mics.tech/projects/4-1-solaris-sustainable-options-for-leather-advances-and-recycling-innovative-solutions/>), promosso e coordinato dalla SSIP, e finalizzato a soddisfare i fabbisogni di innovazione, sostenibilità, circolarità e traccia-

the most significant, accounting for 10.1% of the economy compared to a modest 2.9% for the EU-27, confirming our strong specialization in the textile and apparel sectors and the leather industry (both in terms of output and employment)...]; additionally: [...In our country, the bio-based share of production in the Fashion industry is significant and exceeds the European Union average, accounting for over 55% of the tanning, leather goods, and footwear sectors and over 40% of the textile and apparel sector...].

This evidence significantly raises awareness of the driving role of the **tanning industry within the broader Bio-based production system**; these findings should be communicated and supported through consistent and systematic efforts, given the impact they can have on producers and consumers.

In this regard, the Experimental Station—building on its commitment to the aforementioned systemic initiatives, including its role as a member of the Spring Cluster—has, in recent years, launched a comprehensive effort to support the search for scientific solutions capable of enhancing the sustainability and circularity of tanning production, particularly in its capacity as a founding member of the **MICS - Made in Italy Circular and Sustainable Extended Partnership** (<https://www.mics.tech/>).

Following three intense years of collaboration within the MICS framework, the impressive "scientific arsenal" offered by the network of the **Italian Foundation entirely dedicated to research on the sustainability and circularity of Made in Italy products** has, in fact, made it possible to further raise the level of scientific awareness regarding leather and thus contribute to promoting an increasingly dominant position for the supply chain within the *Bioeconomy*. During this process, the most significant achievements for the sector were attained within the Project **4.01 SOLARIS - Sustainable Options for Leather Advances and Recycling Innovative Solutions** (<https://www.mics.tech/projects/4-1-solaris-sustainable-options-for-leather-advances-and-recycling-innovative-solutions/>), launched and coordinated by SSIP, and aimed at meeting

bilità della filiera della Pelle, in connessione con i settori tessile ed agri-food. Il Progetto ha visto come partner l'Università degli Studi di Napoli Federico II, il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino, l'Università degli studi di Padova, l'Università degli Studi di Brescia, CNR - il Consiglio Nazionale delle Ricerche, che hanno messo in condivisione le proprie competenze per assicurare la trasversalità degli obiettivi contemplati, particolarmente rispetto allo sviluppo di nuove soluzioni per l'utilizzo di molecole bio-based derivanti da scarti di altre filiere, per lo sviluppo di nuove generazioni di cuoi ad elevata sostenibilità e funzioni aggiunte, nonché per o sviluppo di nuovi materiali bio-based da scarti conciari e di altre filiere, in un'ottica di **Simbiosi Industriale**.

Gli output conseguiti con il Progetto hanno prodotto avanzamenti scientifici significativi, che costituiscono un potenziale patrimonio per il settore, come si può evincere dall'elenco delle pubblicazioni riportato in calce, frutto della straordinaria collaborazione multidisciplinare tra i partner.

I traguardi raggiunti nel corso del progetto hanno inoltre ispirato la tematica 4.01 dei Bandi a cascata rivolti da MICS alle imprese, tematica su cui si sono candidate numerose imprese di settore, tre delle quali risultate vincitrici e coinvolte con ulteriori progettualità, che hanno rafforzato in maniera integrata l'offerta scientifica a supporto della filiera del cuoio.

**Tali risultati ottenuti per il settore, si sono peraltro integrati a numerosissimi obiettivi raggiunti nel complesso dai tanti valenti progetti del Partenariato MICS, su tematiche disparate, ma tra loro correlate, che hanno tutte concorso a determinare un avanzamento scientifico e tecnologico sugli approcci produttivi sostenibili e circolari e sull'innovazione dei materiali per il Made in Italy.**

Ma il traguardo più significativo delle attività di ricerca svolte nell'ambito della Fondazione ha riguardato la possibilità di costruire il futuro della collaborazione tra i partner, capitalizzando l'esperienza maturata, per portare i risultati ottenuti sempre più vicino alle imprese.

In tale ottica, si innesta una nuova **proget-**

the needs for innovation, sustainability, circularity, and traceability in the leather supply chain, in connection with the textile and agri-food sectors. The project involved the University of Naples Federico II, the Polytechnic University of Milan, the Polytechnic University of Turin, the University of Padua, the University of Brescia, the CNR (National Research Council), which pooled their expertise to ensure the cross-cutting nature of the objectives, particularly with regard to the development of new solutions for the use of bio-based molecules derived from waste from other industries, the development of new generations of highly sustainable leathers with added functions, as well as the development of new bio-based materials from tanning waste and other industries, with a view to **Industrial Symbiosis**. The results achieved through the Project have led to significant scientific advances, which represent a valuable asset for the sector, as evidenced by the list of publications below, the result of the extraordinary multidisciplinary collaboration among the partners.

The achievements made during the project also inspired Theme 4.01 of the cascading Calls for proposals issued by MICS to businesses; numerous companies in the sector applied for this theme, three of which were selected and involved in further projects, which have comprehensively strengthened the scientific support provided to the leather industry.

**These results have, moreover, complemented the numerous objectives accomplished overall by the many outstanding projects of the MICS Partnership, which address diverse yet interrelated topics and have all contributed to scientific and technological progress in sustainable and circular production approaches and in material innovation for Made in Italy.**

However, the most significant achievement of the research conducted within the Foundation has been the opportunity to shape the future collaboration among the partners, building on the experience gained, in order to bring the results achieved ever closer to businesses.

In this context, a new **project launched by MICS smoothly integrates with its participation in the call for proposals under Mana-**

tualità promossa da MICS, nell'ambito della partecipazione al bando del Decreto Direttoriale 307, che ha rappresentato un'importante opportunità di evoluzione delle ricerche condotte nel triennio precedente.

Nello specifico, **La Fondazione MICS, insieme alla Fondazione ECOSISTER**, l'ecosistema dell'Emilia-Romagna specializzato in sostenibilità e innovazione circolare **ha sottoposto una proposta progettuale di 18 mesi, per un investimento complessivo di circa 18 ML**, con il coinvolgimento di **27 soggetti, di cui 15 tra università e centri di ricerca e 10 imprese, incluse due grandi aziende. Tale Progetto, che è stato ammesso al finanziamento, si articola in due linee distinte:**

La **Linea REMICS - Azione 112**, sviluppata individuando proof of concept già in corso all'interno del PNRR con un Technology Readiness Level (TRL) più basso, che potessero essere sviluppate ulteriormente, verso i livelli 7-8; consta di due Progetti di Ricerca Industriale (WP 1 e WP2) ed uno di Sviluppo Sperimentale (WP3); il primo WP è focalizzato su robotica e industria 5.0, con una particolare attenzione all'interazione uomo-macchina, agli esoscheletri, alla manifattura additiva e ai nuovi materiali (**coordinato da UniNa**). Il secondo è dedicato a materiali e tecnologie emergenti, con un approccio circolare e sostenibile (**coordinato da SSIP**). Il terzo, comune ai primi due, è invece un progetto di sviluppo sperimentale, volto a consolidare le attività attraverso dimostratori e validazione in ambienti reali. (FIGURA 1).

La **linea Polo di Innovazione (azione 1.1.3b)** intende rafforzare ciò che è stato costruito in questi anni, in particolare con l'esperienza della Fondazione MICS, creando un polo nazionale di innovazione trasversale in grado di radicarsi sul territorio e proseguire le attività di disseminazione, animazione e supporto alla trasformazione industriale, anche attraverso infrastrutture e laboratori distribuiti presso aziende, università e centri di ricerca.

**Nell'ambito di questa nuova sfida, la Stazione Sperimentale promuoverà la ricerca di settore, in maniera integrata a quella sui materiali emergenti, sostenibili e circolari, per altre filiere del Made in Italy, portando il set-**

**terial Decree 307**, which represented an important opportunity to build on the research conducted over the previous three years.

Specifically, **the MICS Foundation, together with the ECOSISTER Foundation**, the Emilia-Romagna ecosystem specializing in sustainability and circular innovation, **submitted an 18-month project proposal, for a total investment of approximately €18 million**, involving **27 entities, including 15 universities and research centers and 10 companies, among which are two large corporations. This project, which has been approved for funding, consists of two distinct components:**

The **REMICS Line Action 112**, developed by identifying proof of concept already underway within the RRP with a lower Technology Readiness Level (TRL) that could be further developed to levels 7-8; consists of two Industrial Research Projects (WP 1 and WP 2) and one Experimental Development Project (WP 3). The first WP focuses on robotics and Industry 5.0, with a particular emphasis on human-machine interaction, exoskeletons, additive manufacturing, and new materials (**coordinated by UniNa**). The second WP focuses on emerging materials and technologies, with a circular and sustainable approach (**coordinated by SSIP**). The third WP, which is similar to the first two, is an experimental development project aimed at consolidating activities through prototype and validation in real-world environments. (FIG.1).

The **Innovation Hub (Action 1.1.3b)** line aims at building upon what has been achieved in recent years, particularly through the experience of the MICS Foundation, by creating a national cross-sectoral innovation hub capable of establishing a strong local presence and continuing activities related to dissemination, promotion, and support for industrial transformation, including through infrastructure and laboratories located at companies, universities, and research centers.

**As part of this new challenge, the Experimental Station will promote research in this sector, integrating it with research on emerging, sustainable, and circular materials for other Made in Italy supply chains,**

tore ad evolversi potenzialmente in un contesto di più ampio respiro, particolarmente nell'ambito del coordinamento delle attività di ricerca oggetto del WP2 di REMICS.

Nello specifico, la finalità del WP2 – MARTEMICS è promuovere lo sviluppo di nuovi materiali sostenibili e circolari ad alte prestazioni per il Made Italy, favorendo nel contempo buone prassi di Simbiosi Industriale, attraverso cui è possibile integrare competenze di diverse filiere strategiche, come quella conciaria, altamente rappresentativa del fashion and luxury market, del packaging, dell'agrifood, dell'arredo, dell'*automotive* ed *aerospace*. Lo sviluppo delle nuove generazioni di materiali prevede l'impiego di tecnologie sostenibili e abilitanti (come nano e biotecnologie) e approcci avanzati per la valorizzazione degli scarti; è nel contempo garantita la qualità e tracciabilità di prodotti e processi, attraverso impiego di diagnostica e sensoristica, nonché attraverso approcci digitali e piattaforme gestionali. WP2 MARTEMICS è articolato nei seguenti 5 Obiettivi Realizzativi e relative attività promuovendo lo sviluppo di Proof of Concept, per i quali saranno individuati elementi di scalabilità fino ad elevati TRL.

Il WP2 si avvale delle qualificate competenze di 20 partner tra organismi di ricerca (OdR) e imprese: **SSIP – Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle Materie Concianti (con ruolo di coordinamento); CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche**, nell'ambito del partenariato esteso **MICS – Made in Italy Circolare e Sostenibile**, attraverso gli istituti **IPCF – Istituto per i Processi Chimico-Fisici, IPCB – Istituto dei Polimeri, Compositi e Biomateriali, ISMN – Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati, ICB – Istituto di Chimica Biomolecolare e SCITEC – Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta"**; CNR, nell'ambito del partenariato **ECOSISTER – Ecosistemi per la transizione sostenibile in Emilia-Romagna**, con **IPCB – Istituto dei Polimeri, Compositi e Biomateriali (sede di Catania), ISOF Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (sede di Bologna)** e **IRSA – Istituto di Ricerca sulle Acque; UNINA Università degli Studi di Napoli Federico II (Dipartimento di Inge-**

thereby potentially enabling the sector to evolve within a broader context, particularly in the coordination of the research activities covered by REMICS's WP2.

Specifically, the objective of WP2 – MARTEMICS is to foster the development of new sustainable and circular high-performance materials for Made in Italy, while favouring best practices in Industrial Symbiosis, through which it is possible to integrate expertise from various strategic sectors, such as the tanning industry—which is highly representative of the fashion and luxury market—as well as packaging, agrifood, furniture, the *automotive* and *aerospace* sectors. The development of next-generation materials involves the use of sustainable and enabling technologies (such as nanotechnology and biotechnology) and advanced approaches to waste repurposing; at the same time, the quality and traceability of products and processes are ensured through the use of diagnostic tools and sensors, as well as through digital approaches and management platforms. WP2 – MARTEMICS is structured around the following five Deliverables and related activities, promoting the development of Proof of Concept, for which scalability elements will be identified up to high TRLs.

WP2 draws on the expertise of 20 partners, including research organizations (ROs) and companies: **SSIP – Italian Leather Research Institute (SSIP) Materials Industry (acting as coordinator); CNR – National Research Council, as part of the extended partnership MICS – Made in Italy Circular and Sustainable**, through the institutes **IPCF – Institute for Chemical-Physical Processes, IPCB – Institute of Polymers, Composites, and Biomaterials, ISMN – Institute for the Study of Nanostructured Materials, ICB – Institute of Biomolecular Chemistry, and SCITEC – "Giulio Natta" Institute of Chemical Sciences and Technologies; CNR, as part of the ECOSISTER – Ecosystems for Sustainable Transition in Emilia-Romagna partnership, with IPCB – Institute of Polymers, Composites, and Biomaterials (Catania campus), ISOF – Institute for Organic Synthesis and Photoreactivity (Bologna campus) and IRSA – Institute for Wa-**

gneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale); UNINA-CESMA Centro Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati dell'Università degli Studi di Napoli Federico II; UNIPA Università degli Studi di Palermo; POLIBA – Politecnico di Bari (area/dipartimento di Meccanica); HUB\_MICS – Hub del Partenariato Esteso MICS; UNIBG Università degli Studi di Bergamo; UNIBO Alma Mater Studiorum Università di Bologna (Dipartimento di Architettura); HUB ECOSISTER – Hub del Partenariato Esteso ECOSISTER, con UNIBO – Dipartimento di Chimica Industriale “Toso Montanari” (CHIMIND), UNIBO – Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica, Gestionale e dei Trasporti (MISTER), UNIBO – Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) e UNIFE Università degli Studi di Ferrara; UNISA Università degli Studi di Salerno; MISTER Smart Innovation S.c.r.l. VESEVO S.r.l. (Smart Technologies, Non-destructive tests and material characterization).

WP2 si articola, in particolare, nei seguenti Obiettivi Realizzativi:

**OR1: Nuove generazioni di cuoi circolari ad elevato valore aggiunto e basso impatto ambientale.** Sviluppo di cuoi innovativi e prodotti circolari funzionalizzati ad elevato valore aggiunto, che integrino prassi di Simbiosi Industriale, e che possano competere con i principali materiali tecnologici per i settori della moda, dell'arredo, dell'*automotive* e componenti di interiors ad alta prestazione. Nell'ambito del Progetto MICS 4.01 SOLARIS, promosso dalla SSIP, sono state in tal senso selezionate attività particolarmente sfidanti e promettenti, che hanno portato allo sviluppo di proof of concepts, realizzati a TRL 3-4, che saranno implementati inizialmente ad un TRL 6, quindi ad elevati TRL (7-8).

**OR2: BIO e Smart Packaging:** sviluppo di imballaggi ecosostenibili, mediante sperimentazione di nuove generazioni di materiali sostenibili e circolari per in maniera integrata con proprietà funzionali e facilmente riciclabili meccanicamente. Saranno in tal senso conferiti agli imballi proprietà barriera ai gas e vapori in particolare ossigeno, anidride

ter Research; UNINA – University of Naples Federico II (Department of Chemical, Materials, and Industrial Production Engineering); UNINA-CESMA – Center for Advanced Metrological and Technological Services of the University of Naples Federico II; UNIPA – University of Palermo; POLIBA – Polytechnic University of Bari (Mechanical Engineering Department); HUB\_MICS – MICS Extended Partnership Hub; UNIBG – University of Bergamo; UNIBO – Alma Mater Studiorum – University of Bologna (Department of Architecture); HUB ECOSISTER – ECOSISTER Extended Partnership Hub, with UNIBO – “Toso Montanari” Department of Industrial Chemistry (CHIMIND), UNIBO – Department of Mechanical, Energy, Management, and Transportation Engineering (MISTER), UNIBO – Department of Civil, Chemical, Environmental, and Materials Engineering (DICAM) and UNIFE – University of Ferrara; UNISA – University of Salerno; MISTER Smart Innovation S.c.r.l. VESEVO S.r.l. (Smart Technologies, Non-destructive testing and material characterization).

WP2 is structured, specifically, around the following Deliverables:

**OR1: New generations of circular leather with high added value and low environmental impact.** Development of innovative leather and functionalized circular products with high added value, which incorporate Industrial Symbiosis practices and can compete with leading technological materials in the fashion, furniture, *automotive*, and high-performance interior components sectors. As part of the MICS 4.01 SOLARIS Project, sponsored by the SSIP, particularly challenging and promising activities were selected in this regard, leading to the development of proof of concepts at TRL 3-4, which will initially be implemented at TRL 6 and subsequently at higher TRL levels (7-8).

**OR2: BIO and Smart Packaging:** development of eco-sustainable packaging through the creation of next-generation sustainable and circular materials, designed in an integrated manner to combine functional properties with ease of mechanical recycling. To this end, packaging will be designed to provide barrier properties against gases and

carbonica e vapor d'acqua, di resistenza ai liquidi, di resistenza termica, di saldabilità a caldo, attraverso l'utilizzo di opportuni coating funzionali, compatibili coi processi di riciclo; saranno in tale ambito integrati modelli di Smart packaging

**OR3: Materiali bio-derivati innovativi e ad alte prestazioni:** integrazione di approcci di chimica verde, tecnologie abilitanti per implementare l'offerta di materiali bio-based con proprietà avanzate, da impiegare in disparati settori, nonché per il controllo e l'efficacia del formulato e delle prestazioni, per un'applicabilità trasversale di tali materiali a settori industriali strategici e sostenibili, contribuendo alla riduzione della dipendenza dai critical raw materials. Il progetto intende inoltre esplorare il potenziale della simbiosi industriale e del biodesign nel campo del settore arredo, particolarmente rilevante per il made in Italy, per rafforzare le filiere del legno mediante l'integrazione tra design sistemico, innovazione sociale, cultura locale e valorizzazione degli scarti.

**OR4: Ecosistema di filiere Made in Italy circolari e sostenibili.** In tale ambito sarà sviluppato un prototipo di ecosistema di filiere Made-in-Italy circolari e sostenibili. All'interno dell'ecosistema, saranno favoriti il recupero di prodotti a fine vita attraverso la progettazione e sviluppo di processi di riparazione e riutilizzo, e la valorizzazione di scarti e sottoprodotti industriali del settore arredo, attraverso la progettazione e sviluppo di processi di simbiosi industriale e l'impiego di biotecnologie.

**OR5: Riuso di fibre di carbonio riciclate in applicazioni automotive ad alto valore aggiunto.** Validazione del riuso di fibre di carbonio riciclate in applicazioni ad elevato valore aggiunto per la re-immissione sul mercato di tale prodotto nel settore automotive. La produzione di informazioni utili a colmare il gap di conoscenza che disincentiva tale riuso è quindi fondamentale per la riuscita del passaggio ad una economia circolare anche nel settore di materiali complessi come i compositi.

**In tale contesto, l'evoluzione sostenibile e circolare del cuoio, sarà promossa attra-**

vapors—particularly oxygen, carbon dioxide, and water vapor—as well as resistance to liquids, thermal resistance, and heat-sealability, through the use of appropriate functional coatings that are compatible with recycling processes; smart packaging solutions will be integrated into this framework

**OR3: Innovative, high-performance bio-derived materials:** integration of green chemistry approaches and enabling technologies to develop bio-based materials with advanced properties for use across diverse sectors, as well as to ensure the control and effectiveness of formulations and performance, enabling the cross-sectoral application of these materials in strategic and sustainable industrial sectors, thereby contributing to reducing dependence on critical raw materials. The project also aims at exploring the potential of industrial symbiosis and biodesign in the furniture sector—an area of particular relevance to Italian manufacturing—to strengthen the wood supply chain through the integration of systemic design, social innovation, local culture, and the repurposing of waste materials.

**OR4: Ecosystem of circular and sustainable Made-in-Italy supply chains.** In this context, a prototype ecosystem of circular and sustainable Made-in-Italy supply chains will be developed. Within the ecosystem, efforts will be made to promote the recovery of end-of-life products through the design and development of repair and reuse processes, as well as the valorization of industrial waste and by-products from the furniture sector through the design and development of industrial symbiosis processes and the use of biotechnology.

**OR5: Reuse of recycled carbon fibers in high-value-added automotive applications.** Validation of the reuse of recycled carbon fibers in high-value-added applications for the reintroduction of this product into the automotive market. The generation of information that helps bridge the knowledge gap hindering such reuse is therefore essential for the successful transition to a circular economy, even in the sector of complex materials such as composites.

**In this context, the sustainable and circular evolution of leather will be fostered through**

verso una visione integrata di sviluppo dei materiali circolari e bio-based per il Made in Italy, con l'obiettivo di rafforzare il posizionamento del Paese nel contesto internazionale e di stimolare l'innovazione sinergica delle filiere più rappresentative della produzione nazionale.

an integrated approach to the development of circular and bio-based materials for Made in Italy, with the aim of strengthening the country's position on the international stage and encouraging synergistic innovation across the most representative sectors of domestic production.



Figura 1: struttura del Progetto REMICS

## Output del Progetto SOLARIS

### Patents

**Patent demand:** "metodo implementato mediante elaboratore e sistema configurato per eseguire tale metodo per la determinazione non distruttiva del contenuto d'acqua nella pelle conciata mediante spettroscopia nel vicino infrarosso (nir) e analisi chemiometrica" – owner: stazione sperimentale per l'industria delle pelli e delle materie concianti srl – inventors: Marco Nogarole, Claudia Florio, Antonio Medici, n 12.3371, 14/07/2025.

## Acknowledgement

This work arises from a part of activities carried out within the MICS (Made in Italy – Circular and Sustainable) Extended Partnership and received funding from the European Union Next-Generation EU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.3 - D.D. 1551.11-10-2022, PE00000004). This manuscript reflects only the authors' views and opinions, neither the European Union nor the European Commission can be considered responsible for them. We thank Samuele Lovato for providing preliminary results.

## Output: Pubblicazioni, brevetti e congress derivanti del Progetto SOLARIS di MICS al 2025

AUTHORS	TITLE	REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Mirpoor S.F., Corrado I., Di Girolamo R., Dal Poggetto G., Panzella L., Borselleca E., Pezzella C*, Giosafatto C.V.L.	<i>Manufacture of active multilayer films made of functionalized pectin coated by polyhydroxyalkanoates: A fully renewable approach to active food packaging</i>	j.polymer.2023.126136 Polymer, 2023, 281, art. no. 126136	UNINA	4.1	4.3.1
Ferraris S., Gamna F., Nogarole, M., Florio C.	<i>Zeta potential electrokinetic measurements on solid samples: potentialities in the leather field</i>	CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX n.3 2023 ISSN: 0011-3034	PoliTo SSIP	4.1	4.2.1
Carraro M.	<i>Advancements in the use of waste-derived polysaccharides for leather tanning and finishing</i>	<i>Italian Leather Research Institute Magazine</i> CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX - 2023/02 ISSN: 0011-3034	UniPD	4.1	4.2.2
Florio C.	<i>SOLARIS – Sustainable Options for Leather Advances and Recycling Innovative Solutions</i>	CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX - 2023/02 ISSN: 0011-3034	SSIP	4.1	4.2.1
Florio C.	<i>First year for MICS: The Actions of the Made in Italy Circolare e Sostenibile Extended Partnership and the Impact on the Leather Supply Chain</i>	CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX n.3 2023 ISSN: 0011-3034.	SSIP	4.1	4.2.1
Pezzella C.	<i>Integrated biorefineries for the valorization of waste biomasses: a bridge between the agri-food and tanning industries</i>	<i>Italian Leather Research Institute Magazine</i> CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX - 2023/02 ISSN: 0011-3034	UNINA	4.1	4.2.2
Turco R., Vitiello R.	<i>From the oleochemical sector a possible alternative to chlorinated paraffins in the fatliquoring of leathers.</i>	<i>Italian Leather Research Institute Magazine</i> CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol XCIX - 2023/02 ISSN: 0011-3034	UNINA	4.1	4.3.1
Grifasi N., Piumetti M., Liguori B., Caputo D.	<i>Chromium recovery from tannery wastewater by zeolite-based materials: a circular and sustainable approach</i>	CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) n.3 2023 vol XCIX ISSN: 0011-3034	UNINA PoliTo	4.1	4.3.3
Corrado I., Argenziano R., Borselleca E., Moccia F., Panzella L., Pezzella C.	<i>Cascade disassembling of spent coffee grounds into phenols, lignin and fermentable sugars en route to a green active packaging.</i>	Separation and Purification Technology, 334, 125998.	UNINA	4.1	4.2.2
Corrado I., Borselleca E., Dal Poggetto G., Staiano I., Alfieri M. L., Pezzella C.	<i>Exploitation of cardoon roots inulin for polyhydroxyalkanoate production.</i>	Industrial Crops and Products, 214, 118570.	UNINA	4.1	4.3.1
Abbà L., Fina A., Carosio F.	<i>Use of leather wastes and nanocellulose for the development of lightweight and flame-retardant composite materials -</i>	- Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol C n.1 2024 ISSN: 0011-3034	POLITO	4.1	4.2.3

AUTHORS	TITLE	REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Florio C.	<i>- The frontiers of the new smart and circular leather -</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol C n.1 2024 ISSN: 0011-3034-annex	SSIP	4.1	4.2.3
Florio C.	<i>From basic research on Circular and Sustainable Leather, the tools to support the primacy of Leather in Circular Bioeconomy-</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/03 ISSN: 0011-3034 -annex	SSIP	4.1	4.3.1
Florio C.	<i>Approaches and new technologies for non-destructive product and process control in the tanning industry</i>	- Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/02 ISSN: 0011-3034	SSIP	4.1	4.2.1
Spena P.L., De Maddis M., Panza L., Razza V., Lombardi F., Florio C. - Italian Leather	<i>Quality-Related Innovation: Use of Thermal Imaging in the Tanning Industry</i>	Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/02 ISSN: 0011-3034 -annex	POLITO SSIP	4.1	4.2.1
Ventre M., Cimmino C.	<i>Micromechanical approach for the characterization of leather</i>	- Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/02 ISSN: 0011-3034	UNINA	4.1	4.2.1
Preziosi V., Capuano A., Florio C., Caputo D., Guido S.	<i>The Excellence of Made in Italy: use of advanced optical microscopy for leather analysis</i>	- Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/02 ISSN: 0011-3034	UNINA SSIP	4.1	4.2.1
Sara Ferraris; Francesca Gamna; Thomas Luxbacher; Giacomo Maculotti; Lorenzo Giorio; Jasurkhuja Kholkhujaev; Gianfranco Genta; Maurizio Galetto; Andrea Sarnataro; Marco Nogarole; Claudia Florio.	<i>Comparative characterization of leather from traditional and innovative tanning processes: a focus on the impact on surface reactivity as a contribution for a sustainable development of the leather industry</i>	Scientific Reports (Nature Portfolio) (2025) 15:10608, <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-025-94531-y">https://doi.org/10.1038/s41598-025-94531-y</a>	POLITO SSIP	4.1	4.2.1
Turco R., Vitiello R.,	<i>Green Chemistry and Industrial Symbiosis for the Leather Supply Chain: A Case Study on Fattening Agents</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/03 ISSN: 0011-3034	UNINA	4.1	4.3.1
Anzuoni,	<i>Nanocellulose production from waste textiles by using deep eutectic solvents (DES) and its functionalization for hide treatment</i>	Tesi di Laurea, Università di Padova. October 2024	UNIPD	4.1	D4.2.2
Carraro, M.,	<i>Advancements in the use of wastes-derived polysaccharides for leather tanning and finishing</i>	<i>Indian Leather - India International Leather Fair (iilf) special issue 2024, 57 (11), 63-72</i>	UNIPD	4.1	D4.2.2

AUTHORS	TITLE	REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Omar Salmi, Alessandro Molinelli, Simone Gelosa, Alessandro Sacchetti, Filippo Rossi and Maurizio Masi	<i>Use of Antioxidants to Reduce Chromium (VI) Formation during the Leather Tanning Process - Use of Antioxidants to Reduce Chromium (VI) Formation during the Leather Tanning Process</i>	- Sustain. Chem. 2024, 5(3), 244-257; <a href="https://doi.org/10.3390/suschem5030016">https://doi.org/10.3390/suschem5030016</a>	POLIMI	4.1	4.2.3
D. Karimian, S. Gross, M. Carraro et al.	<i>Enhanced Nanocellulose Production from Cotton and Textile Waste Using Binary and Ternary Natural Deep Eutectic Solvents</i>	Adv. Sustain. Syst., 2024, 2400525	UNIPD		
Corbisiero F., Marotta I., Zaccaria A.M.,	<i>Social sustainability in the Italian tanning industry: challenges and opportunities</i>	- Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. C - 2024/03 ISSN: 0011-3034	UNINA	4.1	4.4.1
Salmi O., Laudisa G., Pacchi G., Rossi F., Lupi R., Masi M,	<i>How agri-food waste should become an opportunity in leather: the study of Hydroil</i>	<a href="#">Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists</a> , ISSN 0144-0322, Vol. 109, Num. 3, 2025, pag. 69-80	POLIMI	4.1	4.2.3
O. Salmi, G. Laudisa, F. Rossi , M. Masi,	<i>Evaluation of antioxidants performance in chromium oxidation prevention inside leather</i>	<i>Materials</i> 18, no. 8 (2025): 1858. <a href="https://doi.org/10.3390/ma18081858">https://doi.org/10.3390/ma18081858</a>	POLIMI	4.1	4.2.3
Giulia Laudisa Author: Giulia Laudisa - Advisor Maurzo Masi; Co-advisor: Omar Salmi, Giacomo Pacchi;	<i>"Chemical characterization of Hydroil: a novel tanning product derived from olive mill wastewaters</i>	- " TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN CHEMICAL ENGINEERING - INGEGNERIA CHIMICA Academic Year: 2022-23	POLIMI		
Venturelli G., Guida L., Fasani M.G.T., Mantero S., Petrini P., Levi M.	<i>3D-printable circular composites as sustainable leather alternative for the valorization of tanneries' solid waste</i>	<i>Applied Materials Today</i> , 44, 102776 <a href="https://doi.org/10.1016/j.apmt.2025.102776">https://doi.org/10.1016/j.apmt.2025.102776</a>	POLIMI	4.1	4.3.2
Guida L., Romani A., Negri D., Cavallaro M., Levi M.	<i>3D-printable PVA-based inks filled with leather particle scraps for UV-assisted Direct Ink Writing: characterization and printability</i>	<i>Sustainable Materials and Technologies</i> , 44, e01335 <a href="https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01335">https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01335</a>	POLIMI	4.1	4.3.2
Venturelli G., Guida L., Fasani M. G. T., Mantero S., Petrini P., & Levi M.	<i>Bacterial cellulose for scalable and sustainable bio-gels in the circular economy</i>	<i>Gels</i> , 11(4), 262. <a href="https://doi.org/10.3390/gels11040262">https://doi.org/10.3390/gels11040262</a>	POLIMI	4.1	4.3.2
Venturelli G., Guida L., & Levi M.	<i>Upcycling Leather Waste Through Zero-Waste Hydrolysis for Versatile 3D Printable Composites.</i>	<i>Polymers</i> , 17(17), 2366. <a href="https://doi.org/10.3390/polym17172366">https://doi.org/10.3390/polym17172366</a>	POLIMI	4.1	4.3.2
Cassano A., Basile A., De S. Mondal S.	<i>Treatment of leather industry effluents by membrane-based technologies</i>	Book Chapter, in <i>Advanced Technologies in Wastewater Treatment - Waste Water Treatment of Leather Industry</i> , Elsevier, Amsterdam, Netherlands, Chapter 5, pp. 29-62, 2025	CNR	4.1	4.3.3

AUTHORS	TITLE	REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
<b>Bresolin B.M., Nogarole M., Florio C., Cassano A.</b>	<i>Recovery of valuable material from tannery wastewater</i>	Book Chapter, in <i>Advanced Technologies in Wastewater Treatment - Waste Water Treatment of Leather Industry</i> , Elsevier, Amsterdam, Netherlands, Chapter 2, pp. 125-178, 2025	CNR SSIP UNIBS	4.1	4.3.3
<b>Grifasi N., Fornaro M., Piumetti M., Liguori B., Caputo D.</b>	<i>Chromium recovery from tannery wastewater by zeolite-based materials: A circular and sustainable approach</i>	Book Chapter, in <i>Advanced Technologies in Wastewater Treatment - Waste Water Treatment of Leather Industry</i> , Elsevier, Amsterdam, Netherlands, Chapter 8, pp. 243-262, 2025	POLITO UNINA CNR INSTM	4.1	4.3.3
<b>Bianca Maria Bresolin, Barbara Liguori, Nicola Gargiulo, Assunta Campanile, Marco Piumetti, Nadia Grifasi, Olimpia Tamaro, Serena Esposito, Domenico Caput, Claudia Florio</b>	<i>Application of zeolites for efficient tannery wastewater remediation.</i>	Environmental Science and Pollution Research - Published: 28 December 2024 - Volume 32, pages 1073-1094, (2025)	UNIBS UNINA POLITO SSIP	4.1	4.3.3
<b>Taisch, M.</b>	<i>"MADE IN" should be a constant evolution, with the future in mind</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. A - 2025/01	POLIMI	4.1	4.4.1
<b>Florio, C.</b>	<i>Towards the future of national tanning production: the role of research based on the MICS model. from cross-cutting competences to systemic approaches</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. A - 2025/01	SSIP	4.1	4.4.1
<b>Carraro M., Gross S., Anzuoni V.</b>	<i>Green chemistry and industrial symbiosis applied to the tanning industry. New opportunities from the textile sector</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. A - 2025/01	UNIPD	4.1	4.3.1
<b>Battini D., Cristaldi L.</b>	<i>The perspectives of digital innovation in the leather supply chain: solutions and technologies from MICS Spoke 8</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. A - 2025/01	POLIMI UNIPD	4.1	4.4.1
<b>Florio, C.</b>	<i>Leather's evolutionary path in the multidimensional universe of production sustainability</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	SSIP	4.1	4.4.1
<b>Giannoccaro I.</b>	<i>Innovative Business Models and Circular Supply Chains for a new Made in Italy</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	POLIBA	4.1	4.4.1
<b>Brondi C., Zangiacomi A., Boffelli A., Cornaro, M.</b>	<i>Anticipating sustainability in manufacturing: synergies and results of the Solaris - ReStart survey</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	CNR- STIIMA UNIBG	4.1	4.4.1
<b>Corbisiero F., Marotta I., Zaccaria A.M.</b>	<i>Innovation and social impact in the leather supply chain. Some evidence from the SOLARIS project</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	UNINA	4.1	4.4.1

AUTHORS	TITLE	REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Converso G., Grassi A.	<i>A markovian tool to support the circular and sustainable innovation in the industrial sector</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	UNINA	4.1	4.4.1
Cassano A.	<i>Membrane technology as a sustainable tanning production approach according to a circular vision</i>	Italian Leather Research Institute Magazine CPMC (Cuoio, Pelli, Materie Concianti) Vol. B - 2025/02	CNR-ITM	4.1	4.3.3
Rosario Mascolo, Felicia Vietri, Luca Giorleo and Alfonso Martone	<i>Estimation of Particle Dimension and Particle Size Distribution (PSD) of Ground Leather using a Digital Image Processing Method (DIP)</i>	Journal of the American Leather Chemists Association - Vol. 120 No. 9 (2025) - DOI: <a href="https://doi.org/10.34314/q3wqoy12">https://doi.org/10.34314/q3wqoy12</a>	SSIP - UNIBS	4.1	4.3.2
Mascolo R., Calvanese G., Nazir M.U., Bilotti E., Giorleo L.	<i>Approaching the threshold of leather waste percentage within the TPU matrix for the manufacture of filament used in Fused Filament Fabrication applications</i>	Under review on Collagen and Leather	SSIP - UNIBS	4.1	4.3.2
Florio C., Medici A., Aveta R, Esposito L., Favazzi A., Belvedere F., Zarrelli A., Sarno M.	<i>The potential of Near Infrared Spectroscopy (NIR) for product and tanning process control of innovative leathers</i>	Scientific Reports (Nature Portfolio) 15(1) – October 2025 - <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-025-17598-7">https://doi.org/10.1038/s41598-025-17598-7</a>	SSIP	4.1	4.2.1
Lorenza Abbàa, Rosario Mascolob, Claudia Floriob, Alberto Finaa, Federico Carosio*	<i>Development of flame retardant polyelectrolyte complex composite with collagen-rich shavings from tannery wastes</i>	Under Submission	POLITO SSIP	4.1	4.3.2
Francesca Gamna, Giacomo Maculotti, Andrea Sarnataro, Maurizio Galetto, Claudia Florio, Sara Ferraris	<i>Advances in the Physical and Chemical Characterization of Tanned Leather: A Comprehensive Review</i>	Under review on Journal of Materials Science JMISC-D-25-07526	POLITO SSIP	4.1	4.2.1
Valentina Preziosia, Angela Capuano1, Claudia Florio2, Domenico Caputo1, Stefano Guido1.	<i>Investigation of Water Absorption in Leather Using CryoScanning Electron Microscopy</i>	Under Submission	UNINA SSIP	4.1	4.2.1
Borselleca E., Gargiulo, L. Cerruti, P. Varriale, S. Faggio, N., Pinto G., Amoresano A., Pezzella C., Santagata G.	<i>Bio-based adhesives from spent coffee grounds: A sustainable pathway using medium chain length polyhydroxyalkanoates</i>	International Journal of Biological Macromolecules, 320, 145855. <a href="https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.145855">https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.145855</a> (2025)	UNINA	4.1	4.2.1

Tab.1: elenco delle pubblicazioni del progetto 4.01 SOLARIS

AUTHORS	TITLE	CONFERENCE REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
<b>ANNO 2023</b>					
Florio C., Nogarole, M., Gamna F., Ferraris S.	<i>Comparative analysis of the surface properties of leathers produced with different tanning systems</i>	37th WORLD CONGRESS of the International Union of Leather Technologists and Chemists Society (IULTCS), Chengdu, China, from October 17 to 20, 2023, 2023 (Poster)	SSIP, PoliTo	4.1	D.4.2.1

AUTHORS	TITLE	CONFERENCE REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Mascolo R., Bilotti E., Giorleo L., Umar Nazir M.	<i>Novel PLA and TPU bio-composites from leather wastes for Fused Filament Fabrication Additive Manufacturing technologies</i>	37th WORLD CONGRESS of the International Union of Leather Technologists and Chemists Society (IULTCS), Chengdu, China, from October 17 to 20, 2023	SSIP UniBs	4.1	D.4.2.1
Mascolo R., Bruno M., Calvanese G., Scaglia E.	<i>Study of the variability of the surface measurement of leathers in different conditioning atmospheres</i>	37th WORLD CONGRESS of the International Union of Leather Technologists and Chemists Society (IULTCS), Chengdu, China, from October 17 to 20, 2023. (Poster)	SSIP	4.1	D.4.2.1
Mascolo R., Vietri F., Martone A., Florio C.	<i>Insights on the estimation of particle size distribution (PSD) of grinded leather particulate using a Digital Image Processing Method (DIP)</i>	37th WORLD CONGRESS of the International Union of Leather Technologists and Chemists Society (IULTCS), Chengdu, China, from October 17 to 20, 2023 (Poster)	SSIP	4.1	D.4.3.1
Mascolo R., De Piano F., Calvanese G., Bilotti E.	<i>Innovative method for the determination of hydrothermal stability of leathers using DMA techniques: statistical assessment of method performance</i>	37th WORLD CONGRESS of the International Union of Leather Technologists and Chemists Society (IULTCS), Chengdu, China, from October 17 to 20, 2023 (Poster)	SSIP	4.1	D.4.3.1
Bresolin B. M., Nogarole M., Mascolo R., Sarnataro A., & Florio C.	<i>Application of the circular economy model to leather tannery waste Italian Leather Production.</i>	ECOMONDO November - 07-10 2023 (Poster)	SSIP	4.1	D.4.3.3
Varriale S., Borselleca E., Levorato L. L., Pezzella C.	<i>Tailored biorefinery approaches for the obtainment of lignin and polyhydroxyalkanoates</i>	12th International Conference on Fiber and Polymer Biotechnology (IFPB-2024).	UNINA	4.1	4.2.2
<b>ANNO 2024</b>					
F. Gamna, S. Ferraris, T. Luxbacher, G. Maculotti, J. Kholkhuaev, G. Genta, M. Galetto, M. Nogarole, C. Florio	<i>- Characterization of leather from different tanning processes as a contribution for a sustainable development of the leather industry -</i>	Nanoinnovaton, Rome, 12-09 2024	POLITO SSIP	4.1	4.2.1
D. Karimian, S. Gross, M. Carraro et al.	<i>Valorizing textile wastes through the extraction of nanocellulose utilizing Deep eutectic solvents</i>	7th Symposium on Circular Economy and Urban Mining, Capri, Italy, 2024 (poster)	UNIPD		
Venturelli G., Guida L., Fasani M.G.T., Mantero S., Petrini P., Levi M.	<i>Production and characterization of hydrolyzed bacterial cellulose for extrusion-based 3D printing applications Polymers 2024</i>	- Polymers for a safe and sustainable future, Athens 28-31 May 2024 - Poster Presentation	POLIMI	4.1	4.3.2
Venturelli G., Guida L., Fasani M.G.T., Mantero S., Petrini P., Florio C., Mascolo R., Levi	<i>3D-Printable composite materials as sustainable surrogates to leather for the upcycling of leather waste</i>	XIV Convegno INSTM 2024 sulla scienza e tecnologia dei materiali, Cagliari 9-12 June 2024 - Poster Presentation	POLIMI	4.1	4.3.2

**Cuoio e bio-based materials avanzati: contributi scientifici e prospettive dalle ricerche MICS**  
**Leather and advanced bio-based materials: scientific contributions and insights from MICS research**

AUTHORS	TITLE	CONFERENCE REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
Romani A., Riccardi G., Guida L., Florio C., Mascolo R., Levi M.	<i>Valorizing scraps from the leather industry through additive manufacturing: Direct Ink Writing and nonplanar slicing for personalized products in the watch sector</i>	XIV Convegno INSTM 2024 sulla scienza e tecnologia dei materiali, Cagliari 9-12 June 2024 - Poster Presentation	POLIMI	4.1	4.3.2
Guida L., Florio C., Mascolo R., Levi M.	<i>Leather Scrap-Polymer Composite Materials in a Circular Economy Perspective</i>	XIV Convegno INSTM 2024 sulla scienza e tecnologia dei materiali, Cagliari 9-12 June 2024 - Poster Presentation	POLIMI	4.1	4.3.2
Venturelli G., Dotelli G., Levi M.	<i>Life Cycle Assessment of bio-based leather surrogates: a review</i>	XVIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA, Pescara 3-5 July 2024 - Poster	POLIMI	4.1	4.3.2
Campanile A., Medici A., Zarrelli A., Liguori B., Florio C., & Caputo D. (2024).	<i>Removal and monitoring of chrome tanning agents.</i>	In Proceedings of the Mediterranean Life Sciences Union Annual Meeting (MedLIFE-24). Istanbul Technical University. Conference Paper Reference: 293.	UNINA SSIP	4.1	4.3.3
Maria Papallo, Antonio Gloria, Barbara Liguori, Claudia Florio, and Domenico Caputo	<i>Design strategies towards the development of novel zeolite systems for the recovery of heavy metals in wastewater</i>	In Proceedings of the Mediterranean Life Sciences Union Annual Meeting (MedLIFE-24). Istanbul Technical University. Conference Paper Reference: 293	UNINA SSIP	4.1	4.3.3
<b>ANNO 2025</b>					
Leonardo Maretto and Niloofar Katirae and Daria Battini and Maria Cristina Lavagnolo and Claudia Florio	<i>Selecting Sustainable Leather Suppliers for the Made in Italy Fashion Industry of the Future</i>	11th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control June 30 - July 3, 2025, Trondheim, Norway (submitted)	UNIPD SSIP	4.1	4.3.3
Claudia Florio	<i>NEW GENERATIONS OF LEATHERS AND CIRCULAR MATERIALS IN THE PERSPECTIVE OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS</i>	SUM 2025 – Symposium on Urban Mining and Circular Economy	SSIP	4.1	4.3.3
Venturelli, G., Guida, L., Mantero, S., Petrini, P., & Levi, M.,	<i>Mechanical and chemical recycling of leather waste into composites suitable for diverse 3D printing techniques</i>	(SUM2025), Procida (IT) 21-31 May 2025 – Oral presentation	POLIMI	4.1	4.3.2
Venturelli, G., Guida, L., & Levi, M	<i>Upcycling of leather waste to produce versatile composites for different 3D printing techniques</i>	<i>XVIII Nazionale AIMAT, Ischia (IT) 31 August – 3rd September 2025 – Oral presentation.</i>	POLIMI	4.1	4.3.2
Lorenza Abbà	<i>Lightweight and flame retardant polyelectrolyte complex composite materials based on tannery wastes</i>	Best Oral Presentation at the last 20th European Meeting on Fire Retardant Polymeric Materials (FRPM25) hosted in Madrid from 3rd to 6th of June 2025	POLITO	4.1	4.3.3

AUTHORS	TITLE	CONFERENCE REF.	MICS PARTNERS	PRJ ID	REF
A. Sarnataro*; C. Furbatto*; G. Calvanese*; C. Florio*	<i>From waste to values: hydrolysis and purification of tanning shavings for new circular materials chitosan-collagen hydrolysate based</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP	4.1	4.3.3
A. Medici1, A. Campanile2, B. Liguori2, D. Caputo2, C. Florio1	<i>Potential of NIR Spectroscopy and Chemometrics as Predictive Tools for Products and Processes in the Leather Industry</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP UNINA	4.1	4.3.3
Marco Nogarole & Francesco de Laurentiis	<i>New plasma application technologies for leather finishing</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP	4.1	4.2.1
Mascolo R., Esposito L., Bertazzo M. Pierro G.	<i>Degradability by micro-organisms of tanned leather: a case study of different kinds of tannings for the sustainability of the processes</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP	4.1	4.3.3
C. Brondi, A., M. Cornaro, J. Maciel, A. Boffelli, B. Colombo, F. Visintin, G. Revol, M. Nogarole, R. Mascolo	<i>Transitioning Towards Circularity in the Italian Leather Industry: Insights from a Qualitative Comparative Analysis</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP CNR UNIFI	4.1	4.3.3
Rosario Mascolo & Fabio Piccirillo, Giorleo L. T. Cacciatori.	<i>Direct Pellet Material Extrusion of PLA-Collagen Composites: A Circular Approach to Leather Waste Valorisation</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP UNIBS	4.1	4.3.2
Mascolo R., Nazir M.U., Giorleo L., Bilotti E.	<i>Thermoplastic Polyurethane Composites Reinforced with Leather Waste: Influence of Particle Size on Performance for Footwear Applications</i>	XXXVIII IULTCS WorldCongress, held in Lyon, France, from September 8 to 11	SSIP UNIBS	4.1	4.3.2
Varriale S., Borselleca E., Dzhambazova I.I., Di Matteo P.G., Pezzella C.	<i>Green Solvents for Green Plastics: NADES as Key Enablers for PHA Production</i>	1st International Symposium on Deep Eutectic Solvents (ISYDES), Bari, 3-6 June 2025- Oral presentation	UNINA	4.1	4.3.1
Varriale S., Borselleca E., Dzhambazova I.I., Di Matteo P. G., Avitabile M., Giosafatto C. V. L., Florio C., Pezzella C.	<i>Green Solvents for Green Plastics: NADES as Key Enablers for PHA Production</i>	Green Deal Biotechnology (EFB), Aveiro, Portugal 26-28 May 2025- Flash oral and poster presentations	UNINA SSIP	4.1	4.3.1 and 4.2.2
Borselleca S., Gargiulo L., Santagata G., Varriale S., Dzhambazova II, Pezzella C.	<i>Brewing Sustainability: turning Spent Coffee Grounds into Bioplastics</i>	Green Deal Biotechnology (EFB), Aveiro, Portugal 26-28 May 2025- Oral presentations	UNINA CNR- IPCB	4.1	4.2.1 and 4.3.1
Pezzella C., Di Matteo P. G., Florio C., Avolio R., Varriale S.	<i>Tailored biorefinery approaches for the obtainment of lignin and polyhydroxyalkanoates</i>	Green Deal Biotechnology (EFB), Aveiro, Portugal 26-28 May 2025- Poster presentations	UNINA CNR- IPCB	4.1	4.2.1 and 4.2.2



Federico  
Olivieri



Rachele  
Castaldo



Roberto  
Avolio



Mariacristina  
Cocca



Maria  
Emanuela  
Errico



Marino  
Lavorgna



Gennaro  
Gentile

Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali  
(IPCB) del Consiglio nazionale delle Ricerche (CNR)

## Polimeri bio-derivati: sviluppo e potenziali applicazioni nel settore conciario

Negli ultimi anni il tema della sostenibilità ha assunto un ruolo centrale nello sviluppo di nuovi materiali polimerici per applicazioni industriali, mettendo in evidenza una criticità ancora aperta: la difficoltà di conciliare la riduzione dell'impatto ambientale con il mantenimento di adeguate prestazioni tecniche. La necessità di limitare l'uso di risorse fossili e migliorare l'efficienza dei processi produttivi si scontra infatti con requisiti applicativi stringenti, che impongono materiali affidabili, stabili, durevoli e facilmente processabili. A ciò si aggiunge la crescente pressione normativa e sociale, che richiede una revisione dell'intera catena del valore e rende urgente l'individuazione di soluzioni sostenibili ma concretamente implementabili.

In questo contesto, i polimeri bio-based rappresentano una valida alternativa ai materiali di origine petrolchimica, sebbene il loro impiego su larga scala sia ancora limitato. Ottenuti da fonti rinnovabili quali residui agricoli, lignina e oli vegetali, essi consentono di ridurre la dipendenza da risorse fossili e valorizzare sottoprodotti agro-industriali. La sfida principale risiede quindi nella progettazione di materiali capaci di coniugare sostenibilità e prestazioni, attraverso il controllo della com-

## Bio-derived polymers: development and potential applications in the leather industry

In recent years, sustainability has become a key driver in the development of new polymeric materials for industrial applications. One of the main challenges, however, remains unresolved: balancing the reduction of environmental impact with the need to maintain high technical performance. On the one hand, there is a growing demand to reduce reliance on fossil resources and improve the efficiency of production processes; on the other, industrial applications require materials that are reliable, durable, stable, and easy to process. This tension is further intensified by increasing regulatory and societal pressure, which calls for a rethinking of the entire value chain and the rapid identification of solutions that are not only sustainable, but also practically viable.

In this scenario, bio-based polymers are emerging as a promising alternative to conventional petrochemical materials, although their large-scale adoption is still limited. Derived from renewable resources such as agricultural residues, lignin, and vegetable oils, these materials can reduce dependence on fossil feedstocks while enhancing the value of agro-industrial by-products. The key challenge lies in designing polymers that suc-

posizione, dell'architettura molecolare e delle funzionalità chimiche. Un ulteriore aspetto di interesse è la possibilità di sviluppare formulazioni a basso contenuto di solventi o in dispersioni acquose, particolarmente rilevanti per il comparto conciario, storicamente caratterizzato da processi ad elevato impatto ambientale. In tale prospettiva, l'introduzione di materiali e tecnologie più sostenibili rappresenta una leva strategica per l'innovazione del settore.

Tra le diverse famiglie di materiali in fase di sviluppo presso l'Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IPC-B-CNR), anche nell'ambito del progetto PNRR MICS (Made in Italy Circolare e Sostenibile), una particolare attenzione è stata rivolta negli ultimi anni alla sintesi di polimeri acrilici, epossidici e poliuretanici ottenuti da monomeri bio-based, con proprietà paragonabili o, in alcuni casi, superiori a quelle delle analoghe classi di materiali tradizionalmente ottenute da fonti fossili. L'obiettivo è quello di sviluppare sistemi bioderivati che non comportino compromessi in termini di prestazioni, facilitandone così l'adozione su scala industriale.

Polimeri acrilici bio-based sono stati ottenuti da diverse tipologie di monomeri, quali isobornil metacrilato, isobornil acrilato e acrilati con lunghe catene alchiliche laterali. La loro combinazione in opportuni rapporti consente di modulare le proprietà dei copolimeri risultanti, in termini di idrofobicità, temperatura di transizione vetrosa e comportamento meccanico. I materiali ottenuti offrono eccellenti proprietà di resistenza ai raggi UV, trasparenza ottica e adesione a differenti substrati, risultando particolarmente adatti per applicazioni nel campo dei coating e degli adesivi. L'introduzione di gruppi funzionali lungo la catena polimerica consente inoltre lo sviluppo di materiali con proprietà avanzate, come durabilità e proprietà self-healing.

Per quanto riguarda le resine epossidiche bio-based, diversi sistemi sono stati sintetizzati a partire da oli vegetali epossidati, derivati della lignina e zuccheri ossidati. Questi materiali presentano eccellenti proprietà meccaniche,

cessfully combine sustainability with high performance, through careful control of composition, molecular architecture, and chemical functionality. In addition, the development of low-solvent or water-based formulations is gaining increasing attention, especially in sectors such as the leather industry, which have traditionally been associated with a significant environmental footprint. From this perspective, sustainable materials and technologies can act as powerful enablers of innovation.

Recent research activities at the Institute for Polymers, Composites and Biomaterials of the National Research Council (IPC-B-CNR), carried out also within the framework of the PNRR MICS project (Made in Italy Circolare e Sostenibile), have focused on the synthesis of acrylic, epoxy, and polyurethane polymers from bio-based monomers. These systems have shown properties comparable to, and in some cases even better than, those of their fossil-based counterparts. The overarching goal is to develop bio-derived materials that do not require performance trade-offs, thereby facilitating their industrial uptake.

Among the most promising results are bio-based acrylic polymers obtained from monomers such as isobornyl methacrylate, isobornyl acrylate, and long-chain alkyl acrylates. By tailoring their relative amounts, it is possible to fine-tune key properties such as hydrophobicity, glass transition temperature, and mechanical behavior. These materials exhibit excellent resistance to UV radiation, high optical transparency, and strong adhesion to a variety of substrates, making them particularly attractive for coatings and adhesive applications. Moreover, the incorporation of functional groups along the polymer backbone opens the way to advanced features, including enhanced durability and even self-healing capabilities.

Bio-based epoxy resins have also shown significant potential. Synthesized from epoxidized vegetable oils, lignin-derived compounds, and oxidized sugars, these materials offer mechanical strength, chemical resistance, and adhesion comparable to traditional

resistenza chimica e adesione ai substrati, comparabili con quelle degli epossidici tradizionali. Un aspetto rilevante è rappresentato dall'assenza di precursori a base bisfenolo A (BPA), sostanza nota per i suoi effetti nocivi sulla salute e sull'ambiente. L'impiego di alternative bio-derivate consente quindi di ottenere materiali più sicuri, riducendo l'impatto ambientale. Inoltre, l'uso di agenti reticolanti derivabili da fonti rinnovabili permette di modulare le proprietà termo-meccaniche dei polimeri, ampliando le possibilità applicative. Dioli e diisocianati derivati da fonti rinnovabili sono stati inoltre impiegati per la sintesi di poliuretani bio-based. Negli ultimi anni, tuttavia, l'attenzione si è spostata verso i poliidrosiuretani (PHU). Questi sistemi sfruttano reazioni tra carbonati ciclici e ammine, evitando l'uso di isocianati, noti per la loro tossicità. I PHU possono essere ottenuti da monomeri derivati da oli vegetali, zuccheri o altri intermedi bio-based e offrono buone proprietà meccaniche, termoresistenza e flessibilità. La presenza di gruppi ossidrilici lungo la catena polimerica conferisce inoltre interessanti proprietà di adesione e interazione con diversi substrati, permettendo di progettare materiali elastomerici, schiume o rivestimenti ad alte prestazioni.

Sebbene molte di queste soluzioni siano ancora in fase di studio e sviluppo, i risultati ottenuti negli ultimi anni indicano chiaramente il potenziale di questa nuova generazione di materiali polimerici. Le principali sfide riguardano la scalabilità dei processi, la disponibilità delle materie prime e la competitività economica rispetto ai materiali tradizionali. Il passaggio dalla ricerca di laboratorio alla scala industriale rappresenterà quindi il passo decisivo per valutarne pienamente le potenzialità applicative. Per il settore conciario, da sempre attento all'innovazione, questi nuovi materiali potrebbero aprire prospettive estremamente interessanti per il loro utilizzo come coating funzionali, offrendo strumenti concreti per coniugare qualità del prodotto, prestazioni tecniche e crescente attenzione alla sostenibilità ambientale.

epoxy systems. Notably, they can be produced without monomers containing bisphenol A (BPA), a compound widely recognized for its harmful effects on both human health and the environment. The use of renewable crosslinking agents further enables the tuning of thermo-mechanical properties, expanding the range of possible applications.

In the field of polyurethanes, renewable diols and diisocyanates have been successfully employed to produce bio-based materials. More recently, attention has shifted toward polyhydroxyurethanes (PHUs), which avoid the use of toxic isocyanates. These systems are based on reactions between cyclic carbonates and amines and can be synthesized from bio-derived intermediates such as vegetable oils and sugars. PHUs combine good mechanical performance with thermal resistance and flexibility, while the presence of hydroxyl groups enhances adhesion and interactions with different substrates. This versatility enables the development of a wide range of materials, including elastomers, foams, and high-performance coatings.

Although many of these technologies are still under development, recent results clearly highlight the potential of this new generation of sustainable polymers. Key challenges remain, particularly in terms of scaling up production processes, ensuring a stable supply of raw materials, and achieving economic competitiveness with established fossil-based products. Bridging the gap between laboratory research and industrial implementation will be a crucial step in unlocking their full potential.

For the leather industry, traditionally attentive and highly responsive to innovation, these materials could open up new and exciting opportunities, particularly in the development of functional coatings. By enabling the combination of high product quality, strong technical performance, and reduced environmental impact, bio-based polymers may play a central role in shaping a more sustainable future for the sector.



**Rosario  
Mascolo**

Responsabile  
Dipartimento per  
l'Innovazione  
dei Materiali SSIP



**Marco  
Nogarole**

Responsabile  
Dipartimento per  
l'Innovazione dei  
Processi



**Gianluigi  
Calvanese**

Responsabile  
Divisione ITC  
innovazione e  
tecnologia  
conciaria

## Conciare conviene! La circolarità e gli impatti nella produzione di cuoio

Negli ultimi anni alcuni stakeholder dell'industria del Fashion e Automotive stanno mettendo in discussione il paradigma di circolarità alla base del settore conciario, ovvero che le concerie sono trasformatori di un sottoprodotto dell'industria alimentare, con conseguenti benefici di natura ambientale. Studi quali "Circumfauna", su iniziativa di Collective Fashion Justice, concludono infatti che, dal punto di vista della sostenibilità, risulterebbe più conveniente non lavorare le pelli ma inviarle in discarica e sostituirle con materiali alternativi (es. sintetici) [1]. Tali conclusioni hanno contribuito ad alimentare un dibattito crescente sulla reale sostenibilità del cuoio, spesso basato su analisi che non considerano l'intero ciclo di vita dei materiali.

Come è noto, dalle pelli grezze derivanti dalla macellazione solo una parte viene destinata alla lavorazione del cuoio; gli strati non nobilitabili attraverso le lavorazioni conciarie sono utilizzati in altri settori industriali per la produzione, ad esempio, di gelatine, prodotti destinati alla cosmetica o all'agricoltura (fertilizzanti). Come riportato nel "Business case" pubblicato dal Markets Institute (World Wildlife Fund – WWF) [3], se le pelli grezze non fossero recuperate per la produzione di cuoio, il loro smaltimento in discarica comporterebbe il rilascio di gas serra [3], quali l'anidride carbonica e il metano, con conseguente impatto sull'ambiente. Il mancato riuso delle pelli grezze, di converso, comporterebbe la produzione di materiali da rivestimento alternativi. Tali materiali sono spesso identificati come "pelli" vegane, prodotte in molti casi da plastica, ovvero da materie prime derivanti da combustibili fossili [3]. Questo aspetto introduce una dipendenza diretta da

## Tanning is worth it! Circularity and impacts in leather production

In recent years, some stakeholders in the Fashion and Automotive industries have begun to question the circularity paradigm underlying the tanning sector—namely, that tanneries act as processors of a by-product of the food industry, with consequent environmental benefits. Studies such as "Circumfauna," promoted by Collective Fashion Justice, conclude that from a sustainability perspective it would be more advantageous not to process hides but to send them to landfill and replace them with alternative materials (e.g., synthetics) [1]. These conclusions have contributed to a growing debate on the real sustainability of leather, often based on analyses that do not consider the full life cycle of materials.

As is well known, only a portion of raw hides from slaughtering is used for leather production; the layers that cannot be upgraded through tanning processes are used in other industrial sectors to produce, for example, gelatins, cosmetics, or agricultural products (fertilizers). As reported in the "Business case" published by the Markets Institute (World Wildlife Fund – WWF) [3], if raw hides were not recovered for leather production, their disposal in landfills would result in greenhouse gas emissions [3], such as carbon dioxide and methane, with consequent environmental impacts. Conversely, the failure to reuse raw hides would require the production of alternative covering materials. These materials are often labeled as "vegan leathers," many of which are made from plastics, i.e., raw materials derived

risorse non rinnovabili o intensive, elemento che deve essere considerato nella valutazione complessiva della sostenibilità.

La domanda a cui si vuole rispondere è: la produzione di cuoio è effettivamente un processo con bilancio positivo dal punto di vista ambientale? Oppure è più conveniente sostituirla con materiali alternativi e smaltire in discarica le pelli grezze dopo la macellazione? A tale quesito è già stata data risposta nell'articolo "Would it really be better to let hides rot than turn them into leather? No..." di Leather Trade House, pubblicato sul sito leatheruk.org [2]. Nell'articolo viene ripreso il calcolo delle emissioni di anidride carbonica eseguito da Circumfauna [1], correggendo alcuni valori di CO<sub>2</sub> emessa, considerando il reale peso delle pelli grezze ed effettuando ulteriori valutazioni sulla formazione di metano nei processi di degradazione della pelle in discarica. Tali rielaborazioni evidenziano come alcune assunzioni iniziali possano condurre a una sovrastima degli impatti attribuiti alla produzione del cuoio.

In termini di bilancio di CO<sub>2</sub> emessa, la mancata valorizzazione conciaria di parte delle pelli grezze comporterebbe la sostituzione del cuoio con un materiale alternativo e lo smaltimento delle pelli; pertanto, il confronto corretto deve considerare la CO<sub>2</sub> emessa per la produzione conciaria rispetto alla somma della CO<sub>2</sub> derivante dalla produzione del materiale alternativo e di quella legata allo smaltimento. Entrando nel dettaglio dei valori (escludendo per semplicità le emissioni derivanti dall'allevamento, che sarebbero comunque presenti) e considerando esclusivamente la porzione di pelle grezza utilizzata nelle lavorazioni conciarie, i valori di CO<sub>2</sub> emessi sono i seguenti:

PROCESSO	CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> (min)	CO <sub>2</sub> e/ m <sup>2</sup> (max)
Smaltimento in Discarica	4,08	8,78
Produzione di sintetico alternativo	15,80	15,80
<b>Totale</b>	<b>19,88</b>	<b>24,58</b>
<b>Produzione di Cuoio</b>	<b>7,0</b>	<b>17,0</b>

Tabella 1: Analisi comparativa degli impatti ambientali misurati come CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>

from fossil fuels [3]. This introduces a direct dependence on non-renewable or resource-intensive inputs, which must be considered in any overall sustainability assessment.

The key question is therefore: is leather production actually an environmentally beneficial process, or would it be preferable to replace it with alternative materials and dispose of raw hides in landfills after slaughter?

This question has already been addressed in the article "Would it really be better to let hides rot than turn them into leather? No..." by Leather Trade House, published on leatheruk.org [2]. The article revisits the CO<sub>2</sub> emission calculations performed by Circumfauna [1], correcting certain values by considering the actual weight of raw hides and conducting additional evaluations on methane formation during landfill degradation. These recalculations show that some initial assumptions may lead to an overestimation of the impacts attributed to leather production. In terms of CO<sub>2</sub> balance, the failure to valorize raw hides through tanning would imply replacing leather with an alternative material while also disposing of the hides. Therefore, a correct comparison must consider leather production emissions versus the combined emissions from producing the alternative material and disposing of the hides. Focusing only on the portion of raw hide used in tanning (and excluding emissions from livestock farming, which would occur regardless), the CO<sub>2</sub> emission values are as follows:

PROCESS	CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> (min)	CO <sub>2</sub> e/ m <sup>2</sup> (max)
Landfill disposal	4.08	8.78
Alternative synthetic production	15.80	15.80
<b>Total</b>	<b>19.88</b>	<b>24.58</b>
<b>Leather production</b>	<b>7.0</b>	<b>17.0</b>

Table 1: Comparative analysis of environmental impacts measured as CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>

In tabella 1 è schematizzato il confronto tra la produzione di pelle e l'alternativa proposta di smaltimento e sostituzione. Nei dati riportati per le emissioni da smaltimento in discarica, il valore massimo tiene conto dell'impatto derivante dalla produzione di metano nel processo di degradazione della pelle. Inoltre, il valore riportato nello studio Circumfauna risulta superiore rispetto a quanto osservato in studi sperimentali su concerie tipo, nei quali sono state rilevate emissioni comprese tra 7,0 e 11 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Si evince che lo scenario alternativo comporta emissioni complessive superiori rispetto alla produzione di cuoio. Per cui la lavorazione conciaria risulta effettivamente un processo con benefici dal punto di vista ambientale o, quantomeno, non può essere considerata caratterizzata da un impatto superiore rispetto alle alternative analizzate. Alle considerazioni sopra riportate sul processo conciario devono tuttavia essere affiancate ulteriori valutazioni, non sempre considerate negli studi disponibili. Una valutazione completa dell'impatto ambientale non può infatti essere limitata alla sola fase produttiva, ma deve necessariamente includere ulteriori dimensioni rilevanti, quali la circolarità, la durabilità del materiale e il comportamento a fine vita.

In particolare, per quanto riguarda la circolarità, sia il mercato sia la letteratura scientifica hanno evidenziato numerosi esempi di valorizzazione del cuoio e dei residui dell'industria conciaria, nonché dei prodotti a fine vita, come sottoprodotti impiegabili nella realizzazione di nuovi materiali e applicazioni. Questo approccio consente di estendere il ciclo di vita delle risorse e di ridurre la produzione complessiva di rifiuti, rafforzando ulteriormente il contributo del settore conciario ai modelli di economia circolare.

Un esempio esplicativo risulta la rivalutazione dello scarto semilavorato del cuoio per la produzione di fertilizzanti. Il recupero degli scarti di pelle per la produzione di fertilizzanti risulta generalmente più vantaggioso rispetto alla termovalorizzazione, quando tecnicamente e ambientalmente fattibile, perché consente di mantenere il valore della materia organica all'interno del ciclo produttivo, trasformando un rifiuto in una risorsa utile per il suolo. Al contrario, la termovalorizzazione compor-

Table 1 summarizes the comparison between leather production and the proposed alternative of disposal and substitution. The maximum landfill emission value includes methane generation during hide degradation. Moreover, the values reported in the Circumfauna study are higher than those observed in experimental studies on representative tanneries, where emissions range between 7.0 and 11 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Overall, the alternative scenario results in higher total emissions than leather production. Therefore, tanning can be considered an environmentally beneficial process or, at the very least, not one with greater impact than the analyzed alternatives. However, the above considerations on tanning must be complemented by additional aspects not always accounted for in existing studies. A comprehensive environmental impact assessment cannot be limited to the production phase but must also include other relevant dimensions such as circularity, durability, and end-of-life behavior.

Regarding circularity, both the market and scientific literature provide numerous examples of valorization of leather, tanning industry residues, and end-of-life products as secondary raw materials for new applications. This approach extends resource life cycles and reduces overall waste generation, further strengthening the contribution of the tanning sector to circular economy models.

A representative example is the valorization of semi-processed leather waste for the production of fertilizers. The recovery of leather waste for fertilizer production is generally more advantageous than energy recovery through incineration, when technically and environmentally feasible, as it allows the organic matter to retain its value within the production cycle, transforming waste into a resource beneficial for soil applications.

In contrast, thermal valorization leads to the destruction of this value, being limited to energy recovery while still generating emis-

ta la distruzione di tale valore, limitandosi al recupero energetico e generando comunque emissioni e residui da gestire. In quest'ottica, il recupero per uso fertilizzante si configura come una soluzione più coerente con i principi di economia circolare e con una riduzione complessiva degli impatti ambientali.

Per quanto riguarda, invece, la durabilità, il parametro è sicuramente correlato alle performance dei materiali valutate anche come "stabilità" nel tempo. In letteratura esiste uno studio "Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives" [4] in cui sono confrontate le caratteristiche del cuoio con quelle di materiali sintetici a base poliuretanica (PU), materiali tessili rivestiti e alternative bio-based quali Piñatex® (fibre di ananas) e Desserto® (derivato da cactus). I risultati hanno mostrato che il cuoio presenta una combinazione di proprietà tecniche difficilmente replicabile, con elevata resistenza meccanica, buona stabilità sotto sollecitazioni ripetute e maggiore capacità di mantenere nel tempo le proprie prestazioni. Ciò implica che, a parità di funzione, il cuoio è può essere caratterizzato da una vita utile più lunga rispetto a molti materiali alternativi, riducendo la frequenza di sostituzione e gli impatti ambientali cumulativi. Ne consegue che l'impatto ambientale deve essere valutato rispetto all'unità funzionale (ad esempio anni di utilizzo) e non esclusivamente per unità di materiale prodotto.

Infine, il fine vita, inteso come biodegradabilità o compostaggio, deve essere considerato come un ulteriore elemento di valutazione dell'impatto ambientale dei materiali e per il quale la letteratura ha già fornito dati sperimentali e risultati scientifici. Il cuoio, essendo costituito principalmente da collagene, presenta una natura organica che consente, in condizioni idonee, processi di degradazione biologica.

Studi recenti riportano che, in condizioni ambientali meno controllate (ad esempio soil burial), il cuoio può raggiungere livelli di biodegradazione dell'ordine del 30-40% in tempi relativamente brevi, mentre in condizioni di compostaggio controllato i valori possono superare il 60-70%, a seconda del tipo di concia e dei trattamenti applicati [5,6]. In particolare, i sistemi conciari a minore impatto chimico (ad esempio chrome-free o bio-ba-

sions and residues that require management. From this perspective, recovery for fertilizer use represents a solution that is more consistent with the principles of circular economy and contributes to an overall reduction of environmental impacts.

In terms of durability, this parameter is closely linked to material performance and long-term stability. The study "Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives" [4] compares leather with polyurethane (PU)-based synthetics, coated textiles, and bio-based alternatives such as Piñatex® (pineapple fibers) and Desserto® (cactus-derived material). The results show that leather exhibits a combination of technical properties that are difficult to replicate, including high mechanical strength, good resistance to repeated stress, and superior retention of performance over time. This implies that, for the same function, leather can have a longer service life than many alternatives, reducing replacement frequency and cumulative environmental impacts. Consequently, environmental impact should be assessed relative to the functional unit (e.g., years of use) rather than per unit of material produced.

Finally, end-of-life—understood as biodegradability or compostability—represents another critical factor in environmental assessment. Leather, being primarily composed of collagen, has an organic nature that allows biological degradation under suitable conditions.

Recent studies show that under less controlled environmental conditions (e.g., soil burial), leather can reach biodegradation levels of around 30-40% in relatively short times, while under controlled composting conditions values can exceed 60-70%, depending on tanning type and treatments [5, 6]. In particular, lower-impact tanning systems (e.g., chrome-free or bio-based) show better performance than more traditional solutions [6].

sed) mostrano prestazioni migliori rispetto a soluzioni più tradizionali [6].

Ulteriori evidenze sperimentali mostrano che, in condizioni di compostaggio, il cuoio può raggiungere una degradazione completa in tempi compresi tra 21 e 35 giorni, mentre materiali alternativi quali leatherette e alcune soluzioni bio-based contenenti componenti polimeriche (ad esempio Piñatex® e Desserto®) non mostrano degradazione significativa anche dopo 90 giorni [7]. Altri studi confermano che i materiali sintetici a base poliuretanica presentano livelli di biodegradazione generalmente trascurabili, risultando persistenti nell'ambiente [6–8].

Nel complesso, tali evidenze indicano che il cuoio, pur con variabilità legata ai processi produttivi, presenta una capacità di degradazione generalmente superiore rispetto a molte alternative attualmente disponibili. In termini tecnici, il cuoio presenta la capacità di reintegrarsi più facilmente nei cicli naturali rispetto a materiali sintetici persistenti.

Alla luce di tali considerazioni, si evidenzia che la lavorazione conciaria rappresenta un processo coerente con i principi di economia circolare. Il confronto non è quindi tra cuoio e “non cuoio”, ma tra cuoio e specifiche alternative, spesso basate su polimeri di origine fossile, caratterizzate da una minore durata e da criticità nel fine vita.

Further experimental evidence indicates that under composting conditions, leather can achieve complete degradation within 21 to 35 days, whereas alternative materials such as leatherette and certain bio-based solutions containing polymeric components (e.g., Piñatex® and Desserto®) show no significant degradation even after 90 days [7]. Other studies confirm that polyurethane-based synthetic materials generally exhibit negligible biodegradation and tend to persist in the environment [6–8].

Overall, these findings indicate that, despite variability depending on production processes, leather generally has a higher degradation capacity than many currently available alternatives. From a technical standpoint, leather more readily reintegrates into natural cycles compared to persistent synthetic materials.

In light of these considerations, leather processing emerges as a process consistent with circular economy principles. The comparison is therefore not between leather and “non-leather,” but between leather and specific alternatives—often based on fossil-derived polymers—characterized by lower durability and more critical end-of-life impacts.

## BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

- [1] Collective Fashion Justice (2023). *Circumfauna – Leather Carbon Footprint*. <https://circumfauna.org/leather-carbon-footprint>
- [2] Leather UK (2023). *Would it really be better to let hides rot than turn them into leather? No...* <https://leatheruk.org/would-it-really-be-better-to-let-hides-rot-than-turn-them-into-leather-no/>
- [3] World Wildlife Fund – WWF (2022). *The Leather Business Case*. [https://files.worldwildlife.org/wwfcmsprod/files/Publication/file/3gs7vgqvmc\\_DCF\\_Leather\\_Business\\_Case\\_10\\_22\\_v4.pdf](https://files.worldwildlife.org/wwfcmsprod/files/Publication/file/3gs7vgqvmc_DCF_Leather_Business_Case_10_22_v4.pdf)
- [4] Meyer, M., Dietrich, S., Schulz, H., Mondschein, A. (2021). *Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives*. *Coatings*, 11(2), 226.
- [5] *Biodegradability of leather – recent advances and assessment methods*. ScienceDirect (2025). <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S2164632525000988>
- [6] Wang, Y. et al. (2024). *Biodegradability of leather: a crucial indicator to evaluate sustainability of leather*. *Collagen and Leather*. <https://link.springer.com/article/10.1186/s42825-024-00151-z>
- [7] Sardroudi, N. P. et al. (2024). *Composting capacity of leather and alternative materials*. *Sustainability*, 16, 2324. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2324>
- [8] *Biodegradability of leather: a crucial indicator to evaluate sustainability*. ResearchGate (2024). [https://www.researchgate.net/publication/379476064\\_Biodegradability\\_of\\_leather\\_a\\_crucial\\_indicator\\_to\\_evaluate\\_sustainability\\_of\\_leather](https://www.researchgate.net/publication/379476064_Biodegradability_of_leather_a_crucial_indicator_to_evaluate_sustainability_of_leather)



**Marco Nogarole**

Responsabile Dipartimento  
per l'Innovazione dei Processi

## Analisi di sostenibilità di nuovi manufatti circolari derivanti dal riutilizzo di rifili di pelle finita

Questo lavoro è parte di un progetto denominato Now Let's GO NO, "Waste from LEaTher Goods", cofinanziato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (ex MATTM) per progetti di ricerca volti allo sviluppo di tecnologie per la prevenzione, il recupero, il riciclaggio, il trattamento di rifiuti e all'ecodesign dei prodotti.

Il progetto ha proposto, quale alternativa ai tradizionali metodi di smaltimento degli scarti - come il conferimento in discarica e l'incenerimento - il riutilizzo dei rifili di pelle finita, combinati con altre fibre naturali o sintetiche. Questo approccio consente la realizzazione di materiali compositi innovativi, destinati ad applicazioni in diversi settori, tra cui quello della moda.

L'obiettivo del progetto è stato quello di preparare dei materiali compositi (fornendo una nuova soluzione fine vita), che potessero essere utilizzati per applicazioni di consumo come nell'arredamento o per la fabbricazione di componenti del settore della pelletteria in particolare, utilizzando scarti di pelle finita proveniente da opifici di pelletteria.

Il partner, l'azienda Cartiera di Marzabotto (BO), ha realizzato i manufatti in oggetto di ricerca. L'attività di studio, avviata nella prima fase e sviluppata nel periodo successivo, ha portato il team alla realizzazione di una serie

## Sustainability analysis of new circular manufactured materials derived from the reuse of finished leather trimmings

This paper is part of a project called Now Let's GO NO, "Waste from LEaTher Goods," co-funded by the Ministry of the Environment and Land Protection (formerly MATTM) for research projects aimed at developing technologies for waste prevention, recovery, recycling, and treatment, as well as for the eco-design of products.

The project proposed the reuse of finished leather trimmings, combined with other natural or synthetic fibers, as an alternative to traditional waste disposal methods—such as landfilling and incineration. This approach enables the development of innovative composite materials for use in various industries, including the fashion industry.

The goal of the project was to develop composite materials (offering a new end-of-life solution) that could be used in consumer applications such as furniture or, more specifically, in the manufacture of components for the leather goods industry, using finished leather waste from leather goods factories.

The partner, Cartiera di Marzabotto (BO), manufactured the products under review. The research work, which began in the initial phase and was further developed in the subsequent period, led the team to create



TNT realizzato



Manufatti d'insieme

di prototipi, nei quali è stato impiegato il materiale composito ottenuto nelle fasi precedenti. Di seguito si riportano le immagini degli oggetti realizzati.

Il progetto ha consentito di studiare, sperimentare e realizzare nuove di strutture tessili TNT mediante tecnologia airlaid riutilizzando fibre di pelle, realizzando infine degli oggetti moda con gli stessi materiali.

Lo studio in oggetto riguarda l'analisi ambientale mediante metodologia Life Cycle Assessment per valutare le performance dei nuovi materiali rispetto a quelli convenzionali eseguita dal gruppo dell'Università Bioeconomy in Transition Research, Unitelma Sapienza di Roma di Piergiuseppe Morone, PGülşah Yilan ed Enrica Imbert in collaborazione con SSIP.

### Introduzione allo studio ed analisi del ciclo di vita

La metodologia del *Life Cycle Assessment* (LCA) si fonda sugli standard elaborati dall'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO). In particolare, la norma ISO 14040 definisce l'LCA come il processo di compilazione e valutazione sistematica degli input, degli output e dei potenziali impatti ambientali associati a un sistema prodotto lungo l'intero ciclo di vita. Tale approccio consente

a series of prototypes using the composite material developed in earlier phases. Below are photos of the items made.

The project made it possible to study, test, and produce new non-woven textile structures using airlaid technology and recycled leather fibers, ultimately creating fashion items from these materials.

This study involves an environmental analysis using the Life Cycle Assessment methodology to evaluate the performance of new materials compared to conventional ones. It was conducted by the Bioeconomy in Transition Research group at Unitelma Sapienza in Rome, led by Piergiuseppe Morone, PGülşah Yilan, and Enrica Imbert, in collaboration with SSIP.

### Introduction to Life Cycle Assessment

The methodology of *Life Cycle Assessment* (LCA) is based on standards developed by the International Organization for Standardization (ISO). Specifically, ISO 14040 defines LCA as the compilation and evaluation of the inputs, outputs, and potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle.



Bolgetta



Zaino



Tote bag

di analizzare in maniera integrata gli impatti ambientali nelle diverse fasi, comprendenti l'estrazione delle materie prime, la produzione, l'uso, il riciclo e lo smaltimento finale. Ulteriori specifiche metodologiche e linee guida operative sono fornite dalla norma ISO 14044. Secondo quanto previsto dalla ISO 14040, uno studio LCA si articola in quattro fasi principali: (i) definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione, (ii) analisi dell'inventario, (iii) valutazione degli impatti e (iv) interpretazione dei risultati.

#### **Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione**

La fase iniziale dello studio prevede la definizione degli obiettivi, del campo di applicazione e dell'unità funzionale, intesa come la descrizione quantitativa della funzione del sistema analizzato.

Nel presente lavoro, l'obiettivo consiste nel confronto degli impatti ambientali e sociali associati a tre tipologie di borse, realizzate mediante il riutilizzo di scarti di pelle: una borsa di piccole dimensioni (bolgetta), una tote bag e uno zaino con doppia cerniera. L'analisi è stata condotta adottando un sistema di confine di tipo *gate-to-gate*, comprendente il trasporto degli scarti, le fasi di lavorazione,

This approach allows for a comprehensive analysis of environmental impacts across various stages, including raw material extraction, production, use, recycling, and final disposal. Further methodological specifications and operational guidelines are provided in ISO 14044.

According to ISO 14040, an LCA study consists of four main phases: (i) goal and scope definition, (ii) inventory analysis, (iii) impact assessment, and (iv) interpretation of findings.

#### **Goal and Scope Definition**

The initial phase of the study involves defining the goals, the scope, and the functional unit, understood as a quantitative description of the function of the system under analysis.

The objective of this paper is to compare the environmental and social impacts associated with three types of bags made from reused leather waste: a small bag (purse), a tote bag, and a backpack with a double zipper. The analysis was made using a *gate-to-gate* boundary system, encompassing waste transport, processing stages, packaging, and distribution of the finished product. The functional unit was defined as 1 kg of

l'imballaggio e la distribuzione del prodotto finito. L'unità funzionale è stata definita come 1 kg di borsa in pelle prodotta.

In una fase successiva, l'analisi è stata approfondita sulla borsa di piccole dimensioni, confrontando tre differenti tipologie di pelle: pelle convenzionale, pelle rivalorizzata (Cartiera v1.0) e pelle riutilizzata (Cartiera v2.0). In tale contesto, è stato adottato un sistema di confine di tipo *cradle-to-gate*, con unità funzionale pari a 1 m<sup>2</sup> di pelle.

### Analisi di inventario

L'analisi di inventario del ciclo di vita (LCI) comprende la quantificazione dei flussi in ingresso e in uscita dal sistema, includendo: (i) l'impiego di materie prime ed energia, (ii) le emissioni rilasciate nei diversi comparti ambientali (aria, acqua e suolo) e (iii) l'uso del suolo associato al sistema produttivo.

Nel presente studio è stato adottato un approccio di modellazione attributiva per esaminare gli impatti ambientali e sociali generati durante il ciclo di vita di ciascun tipo di borsa e per confrontare gli impatti ambientali e sociali di queste borse all'interno della stessa unità funzionale.

I dati utilizzati si distinguono in:

- dati foreground, relativi ai processi specifici analizzati e raccolti direttamente presso l'azienda manifatturiera partner del progetto;
- dati background, derivanti da database riconosciuti (ecoinvent v3.9.1 e agri-footprint) e dalla letteratura scientifica.
- I dati sono stati elaborati mediante i software GaBi e SimaPro (versione 9.5.0.2 PhD), modellando i processi come unità funzionali elementari.

### Valutazione degli impatti

La fase di valutazione degli impatti (LCIA) consente di interpretare la rilevanza ambientale dei flussi identificati nell'inventario. Nel presente studio è stata adottata la metodo-

manufactured leather bags.

In a subsequent phase, the analysis was expanded to include the small bag, comparing three different types of leather: conventional leather, upcycled leather (Cartiera v1.0), and reused leather (Cartiera v2.0). In this context, a *cradle-to-gate* boundary system was adopted, with a functional unit of 1 m<sup>2</sup> of leather.

### Inventory Analysis

Life cycle inventory (LCI) analysis involves quantifying the inflows and outflows from the system, including: (i) the use of raw materials and energy, (ii) emissions released into various environmental compartments (air, water, and soil), and (iii) land use associated with the production system.

In this paper, an attributive modeling approach was adopted to examine the environmental and social impacts generated throughout the life cycle of each type of bag and to compare the environmental and social impacts of these bags within the same functional unit

The data used can be categorized as follows:

- foreground data, relating to the specific processes analyzed and collected directly from the manufacturing partner in the project;
- background data derived from recognized databases (Ecoinvent v3.9.1 and Agri-Footprint) and the scientific literature.

The data was analyzed using the GaBi and SimaPro software (version 9.5.0.2 PhD), modeling the processes as elementary functional units.

### Impact Assessment

The Life Cycle Impact Assessment (LCIA) phase allows for the interpretation of the environmental significance of the flows identified in the inventory. This paper employed the ReCiPe methodology with a hierarchical (H) perspective (2016 v1.1),

logia ReCiPe con una prospettiva gerarchica (H) (2016 v1.1), che integra indicatori di impatto a livello di *midpoint* (orientati al problema) e *endpoint* (orientati al danno).

Gli indicatori midpoint presentano generalmente un livello di incertezza inferiore, in quanto direttamente correlati ai flussi ambientali, mentre gli indicatori endpoint, pur offrendo una visione più sintetica e orientata agli impatti finali, risultano caratterizzati da maggiore incertezza. Pertanto, i due approcci sono stati utilizzati in modo complementare. Per l'analisi preliminare sono stati utilizzati sia gli indicatori di medio termine che quelli d'impatto finale, mentre per la valutazione complessiva sono stati utilizzati gli indicatori di medio termine per calcolare gli indicatori di circolarità (Tabella 1).

which incorporates impact indicators at the *midpoint* (problem-oriented) and *endpoint* (harm-oriented) levels.

Midpoint indicators generally have a lower degree of uncertainty, as they are directly linked to environmental flows, whereas endpoint indicators, while offering a more concise view focused on final impacts, are characterized by greater uncertainty. Therefore, the two approaches were used in a complementary manner. Both medium-term indicators and final-impact indicators were used for the preliminary analysis, while medium-term indicators were used to calculate the circularity indicators for the overall assessment (Table 1).

AREA	KPI (UNIT)	METHODOLOGICAL REFERENCES
<b>Circular economy (including water resources)</b>	CE1. Depletion of fossil fuels and non-regenerative biomass (MJ) CE2. Depletion of primary minerals (kg Sb <sub>eq</sub> )	Calculation of consumption of fossil fuels and non-regenerative biomass (CE1), consumption of primary minerals, expressed as mass (CE2(a)) or abiotic depletion potential (CE2(b)), based on a life cycle approach (Zampori & Pant, 2019).
	CE3. Water scarcity footprint (m <sup>3</sup> <sub>eq</sub> )	Calculation of the overall water consumed from a life cycle perspective, corrected for its scarcity according to the AWARE model (Zampori & Pant, 2019)
<b>Climate change mitigation</b>	CC1. Net emission of GHGs (kg CO <sub>2,eq</sub> )	Calculation of life cycle GHG emissions to and removals from the atmosphere, and characterization of their overall Global Warming Potential over 100 years (GWP100) based on the IPCC model (Zampori & Pant, 2019).
<b>Environment (Pollution, biodiversity and ecosystems)</b>	ENV1. Emission of particulate matter (disease incidence) ENV2. Photochemical ozone formation (kg NMVOC <sub>eq</sub> ) ENV3. Acidification (mol H <sup>+</sup> <sub>eq</sub> ) ENV4. Freshwater eutrophication (kg P <sub>eq</sub> ) ENV5. Land use (Pt)	Calculation of life cycle emissions of pollutants of concern (e.g., PM <sub>2.5</sub> , NMVOCs, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ) and characterization of the impacts associated with emission of particulate matter (UNEP (2016a) model), photochemical ozone formation (LOTOS-EUROS model), acidification (Accumulated Exceedance model), freshwater eutrophication (EUTREND model) (Zampori & Pant, 2019). Calculation from the life cycle inventory (Zampori & Pant, 2019).

Tab 1: Indicatori di circolarità basati su LCA  
 Table 1: LCA-based circularity indicators

### Interpretazione dei risultati

La fase di interpretazione ha l'obiettivo di analizzare criticamente i risultati ottenuti, in relazione agli obiettivi dello studio, e di formulare eventuali raccomandazioni.

### Sistema di confine dell'analisi

L'analisi preliminare ha riguardato il confronto tra tre tipologie di borse prodotte mediante la linea Cartiera. Successivamente è stata valutata una borsa di piccole dimensioni (bolgetta) prodotta dagli scarti di pelle di grandi produttori (Cartiera v1.0) e dagli scarti della prima linea di produzione con e senza rivestimento, rispettivamente Cartiera v2.0a e Cartiera v2.0b.

### Risultati della valutazione preliminare

Il processo produttivo analizzato prevede il recupero degli scarti di pelle provenienti da aziende del settore moda, la loro lavorazione e trasformazione in nuovi prodotti, seguiti dalle fasi di imballaggio e distribuzione.

I risultati evidenziano come il riutilizzo degli scarti contribuisca in modo significativo alla riduzione degli impatti ambientali, mentre i materiali di imballaggio rappresentano una componente rilevante di impatto negativo.

In particolare:

- per la bolgetta (purse) e lo zaino (backpack) si osserva un bilancio ambientale complessivamente positivo;
- per la tote bag emergono criticità legate principalmente all'imballaggio.

L'analisi degli indicatori endpoint conferma tali risultati, evidenziando impatti negativi sugli ecosistemi imputabili ai materiali di confezionamento, a fronte di benefici derivanti dal riutilizzo delle risorse. Nel complesso, i risultati indicano che il riutilizzo degli scarti di pelle rappresenta una strategia efficace per il miglioramento delle prestazioni ambientali e sociali del settore moda, favorendo la transizione verso modelli produttivi circolari. I punteggi delle tote bags non hanno rivelato risparmi ambientali, sottolineando la necessità di introdurre opzioni di imballaggio più sostenibili.

### Interpretation of the findings

The interpretation phase aims to critically analyze the findings in relation to the study's goals and to make any necessary recommendations.

### Boundary system of the analysis

The preliminary analysis involved a comparison of three types of bags produced using the Cartiera line. Next, a small bag (purse) made from leather waste from major manufacturers (Cartiera v1.0) and from waste from the first production line—both lined and unlined—was evaluated; these were named Cartiera v2.0a and Cartiera v2.0b, respectively.

### Findings of the preliminary assessment

The production process described involves collecting leather waste from companies in the fashion industry, processing it, and transforming it into new products, followed by packaging and distribution.

The findings show that the reuse of waste contributes significantly to reducing environmental impacts, while packaging materials account for a significant portion of the negative impact.

In particular:

- for the purse and backpack, the overall environmental impact is positive;
- for the tote bag, issues have arisen that are primarily related to packaging.

The analysis of the endpoint indicators confirms these findings, highlighting the negative impacts on ecosystems attributable to packaging materials, alongside the benefits derived from resource reuse. Overall, the findings indicate that the reuse of leather waste is an effective strategy for improving the environmental and social performance of the fashion industry, thereby promoting the transition to circular production models. The scores for tote bags did not indicate any environmental savings, emphasizing the need to introduce more sustainable packaging options.

	PURSE	TOTE BAG	BACKPACK	INVENTORY PROCESS*
<b>Raw Material</b> Leather leftovers, kg/bag	0.20	0.50	0.95	Beef co-product, hides and skins, from dairy cattle, at slaughterhouse, PEF compliant/NL Economic/Mass
<b>Transport</b> Freight transport, tkm	0.114	0.114	0.114	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 (RER)  transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6   Alloc Def, U
<b>Processing</b> Adhesive tape, g/bag Glue, g/bag Electricity, kWh/bag	0.80 0.00 0.111	1.36 2.50 0.166	2.00 5.00 0.554	Adhesive, for metal (GLO)  market for   Alloc Def, U Foreground process Electricity, low voltage (IT)  market for   Alloc Def, U
<b>Packaging</b> Sealed-air bag, g/bag	20.0	0.00	0.00	Kraft paper, unbleached (GLO)  market for   Alloc Def, U (50%) and Packaging film, low density polyethylene (GLO)  market for   Alloc Rec, U (50%)
Tissue paper wrap, g/bag	8.00	0.00	0.00	Tissue paper (GLO)  market for   Alloc Def, U
Cotton bag, g/bag	0.00	136	136	Textile, woven cotton (GLO)  market for   Alloc Def, U
Paper label, g/kg	4.00	4.00	4.00	Solid bleached board (GLO)  market for   Alloc Def, U
Cardboard box, g/bag	0.00	300	450	Corrugated board boxes, technology mix, prod. mix, 16.6 % primary fibre, 83.4 % recycled fibre EU-25 S

Tab 2: Analisi inventariale per l'analisi preliminare \*Tutti i processi di inventario in background vengono utilizzati dal database ecoinvent (v3.01) ad eccezione degli scarti di pelle, in questo caso viene utilizzato l'Agri Footprint Database

Table 2: Inventory analysis for preliminary assessment \*All background inventory processes use the ecoinvent database (v3.01), with the exception of leather waste, for which the Agri Footprint Database is used

### Impatti ambientali complessivi

L'analisi di dettaglio condotta sulla borsa di piccole dimensioni ha previsto il confronto tra pelle convenzionale e processi Cartiera (v1.0 e v2.0).

Nel processo Cartiera v1.0, circa il 60% degli scarti di pelle viene direttamente rivalorizzato, mentre il restante 40% viene ulteriormente trattato nella fase v2.0, attraverso triturazione e produzione di un nuovo materiale, consentendo il recupero complessivo fino all'85%.

Nel caso della Cartiera v2.0 sono state considerate due varianti: una con rivestimento (v2.0a) e una senza rivestimento (v2.0b).

I risultati mostrano che:

- tutte le soluzioni basate su processi Cartiera determinano una riduzione degli impatti

### Overall environmental impacts

The detail analysis conducted on the small bag involved a comparison between conventional leather and Cartiera processes (v1.0 and v2.0).

In the Cartiera v1.0 process, approximately 60% of leather waste is directly repurposed, while the remaining 40% undergoes further processing in the v2.0 phase through shredding and the production of a new material, enabling an overall recovery rate of up to 85%.

In the case of Cartiera v2.0, two versions were considered: one with a coating (v2.0a) and one without a coating (v2.0b).

The findings show that:

- all the solutions based on the Cartiera

rispetto alla produzione convenzionale;

- il riutilizzo degli scarti costituisce il principale fattore di miglioramento delle prestazioni ambientali;
- l'assenza di rivestimento comporta ulteriori benefici.

I punteggi complessivi di sostenibilità e circolarità di queste diverse linee di produzione sono presentati nella Tabella 3. Secondo gli indicatori basati sul LCA, i processi Cartiera risparmiano sempre gli impatti ambientali indipendentemente dall'indicatore selezionato. Ciò è dovuto principalmente al riutilizzo degli scarti di pelle destinati in primo luogo ad essere sprecati (indicati con segni negativi come risparmio).

process result in a reduction in environmental impact compared to conventional production;

- the reuse of waste is the main factor in improving environmental performance;
- the absence of a coating offers additional benefits.

The overall sustainability and circularity scores for these various production lines are presented in Table 3. According to LCA-based indicators, Cartiera processes consistently reduce environmental impacts regardless of the selected indicator. This is mainly due to the reuse of leather waste that would otherwise have been discarded (shown as negative figures in the savings column).

Circularity indicators (units)	Conventional leather	Cartiera v1.0	Cartiera v2.0a	Cartiera v2.0b
CE1. Depletion of fossil fuels and non-regenerative biomass (MJ)	2.78E+02	-5.28E+01	-7.36E+01	-7.68E+01
CE2. Depletion of primary minerals (kg Sb <sub>eq</sub> )	1.30E-04	-2.40E-05	-3.62E-05	-3.64E-05
CE3. Water scarcity footprint (m <sup>3</sup> <sub>eq</sub> )	2.42E+01	-4.73E+00	-6.59E+00	-6.78E+00
CC1. Net emission of GHGs (kg CO <sub>2</sub> <sub>eq</sub> )	1.09E+02	-2.15E+01	-2.99E+01	-3.04E+01
ENV1. Emission of particulate matter (disease incidence)	5.20E-06	-1.04E-06	-1.44E-06	-1.46E-06
ENV2. Photochemical ozone formation (kg NMVOC <sub>eq</sub> )	1.02E-01	-1.98E-02	-1.04E-02	-2.86E-02
ENV3. Acidification (mol H <sup>+</sup> <sub>eq</sub> )	6.47E-01	-1.29E-01	-1.81E-01	-1.81E-01
ENV4. Freshwater eutrophication (kg P <sub>eq</sub> )	5.79E-03	-1.12E-03	-1.62E-03	-1.62E-03
ENV5. Land Use (Pt)	4.12E+03	-8.23E+02	-1.15E+03	-1.15E+03

Tab 3: Punteggi complessivi di circolarità per diversi prodotti

Table 3: Overall circularity scores for various products

### Ringraziamenti:

Piergiuseppe Morone, Gülşah Yılan, Enrica Imbert di Bioeconomy in Transition Research Group – Unitelma Sapienza University of Rome e al laboratorio Cartiera di Abantu, cooperativa sociale di Marzabotto (BO), che ha realizzato i manufatti su cui si è basato lo studio.



**Carmelina Grosso**

Responsabile Biblioteca  
e Servizio Documentazione SSIP

## Dalla bioeconomia alla simbiosi industriale: rassegna bibliografica sull'evoluzione sostenibile dell'industria conciaria

**Prestazioni ambientali della pelle bovina e delle alternative: un approccio ibrido che combina l'analisi preliminare e la valutazione del ciclo di vita**

Pedro Patrique Ferreira da Silva, Kamila Krych, Johan Berg Pettersen

Cleaner Engineering and Technology, Vol. 31, 2026, 101177

L'impatto ambientale della pelle bovina ha favorito la diffusione di alternative quali i polimeri sintetici (poliuretano e cloruro di polivinile) e i materiali a biobased o parzialmente biobased ricavati da fonti quali cactus e funghi. Poiché molti di questi materiali sono ancora in una fase iniziale di sviluppo tecnologico, spesso non sono stati sottoposti a una valutazione ambientale completa che ne analizzi i vantaggi e gli svantaggi rispetto alla pelle bovina. In questo studio abbiamo confrontato le prestazioni ambientali di otto materiali utilizzati nella produzione di calzature utilizzando una metodologia ibrida che combina una valutazione qualitativa e quantitativa, ovvero il quadro di riferimento LiSET (Lifecycle Screening of Emerging Technologies) e una valutazione del ciclo di vita (LCA) comparativa semplificata. I risultati dell'analisi LCA rivelano che la pelle bovina ha l'impatto ambientale più elevato, le alternative a base fossile hanno l'impatto più basso, mentre le alter-

## From bioeconomy to industrial symbiosis: a bibliographic review on the sustainable evolution of the tanning industry

**Environmental performance of bovine leather and alternatives: a hybrid approach combining life cycle screening and assessment**

Pedro Patrique Ferreira da Silva, Kamila Krych, Johan Berg Pettersen

Cleaner Engineering and Technology, Vol. 31, 2026, 101177

Bovine leather's environmental impacts have spurred the emergence of alternatives including synthetic polymers (polyurethane and polyvinyl chloride) and biobased and partially biobased materials from sources like cactus and fungi. As many of these materials are still in early technological development, they often lack a comprehensive environmental assessment that evaluates their advantages and drawbacks when compared to bovine leather. In this study, we compared the environmental performance of eight footwear materials using a hybrid methodology that combines qualitative and quantitative assessment, i.e., Lifecycle Screening of Emerging Technologies (LiSET) framework and comparative streamlined Life Cycle Assessment (LCA). The LCA results reveal that bovine leather has the highest environmental impacts, fossil-based alternatives have the lowest impact, and

native biobased o parzialmente biobased si collocano in una fascia intermedia. Tuttavia, questa conclusione vale all'interno dei confini del sistema cradle-to-gate e non tiene conto delle potenziali differenze nella durata di vita del prodotto. Inoltre, il punteggio dipende principalmente dal consumo energetico durante il ciclo di vita, favorendo i materiali a basso fabbisogno energetico e con un elevato livello di maturità tecnologica (TRL), come i materiali di origine fossile. La matrice LiSET integra questi risultati mettendo in evidenza i compromessi esistenti, ad esempio tra l'impatto ambientale e la resistenza allo strappo (un aspetto della durata), oppure tra le emissioni di carbonio e l'uso della plastica. Ciononostante, i risultati rimangono sensibili alle ipotesi di ripartizione, alle differenze nel TRL e all'esclusione degli impatti a valle legati all'utilizzo e allo smaltimento. Mostriamo come questa metodologia ibrida combini la semplicità del LiSET con il rigore dell'LCA per fornire conclusioni più complete e articolate sulle prestazioni ambientali dei prodotti. Scheda Bibliografica 22886

biobased or partially biobased alternatives score in the middle range. However, this conclusion applies within the cradle-to-gate system boundary and does not consider potential differences in product lifespan. In addition, the scoring is driven primarily by life-cycle energy use, favouring materials with low energy requirements and high technology readiness level (TRL), such as fossil-based materials. The LiSET matrix complements these findings by highlighting trade-offs, e.g., between environmental impacts and tear resistance (one aspect of durability), or between carbon emissions and the use of plastics. Nonetheless, the results remain sensitive to the allocation assumptions, differences in the TRL, and the exclusion of downstream impacts related to use and disposal. We show how this hybrid methodology combines the simplicity of LiSET with the rigor of LCA to provide more comprehensive and nuanced conclusions on the environmental performance of products. Bibliographic sheet 22886

	Environmental intensity of materials			Material performance			Energy intensity	Other	
	Exposure to chemical hazards (MSDS)	Water consumption (in L/m <sup>2</sup> )	Carbon emissions (in kgCO <sub>2</sub> -eq/m <sup>2</sup> )	Tear resistance (in N/mm)	Non-plastic content	Value creation from by-products and waste		Energy demand (in MJ/m <sup>2</sup> )	Terrestrial acidification (in kgSO <sub>2</sub> -eq/m <sup>2</sup> )
Bovine leather (chromium tanning)	Low	Low	Low	High	Medium	Medium	Low	*	*
Bovine leather (Vegetable tanning)	Medium	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low		
Polyurethane (PU)	Low	Medium	High	Medium	Low	Low	Medium		
Polyvinylchloride (PVC)	Low	High	High	Medium	Low	Low	Medium		
Pineapple leaf fibers (PALF)	Medium	Medium	High	Low	Low	High	Low		
Cactus	Medium	High	High	Low	Low	High	Low		
Kombucha bacterial cellulose (KBC)	Medium	Medium	Medium	Low	High	Medium	Low	*	*
Mycelium	Low	High	High	Medium	Medium	High	Medium		

Graphical abstract: Environmental performance of bovine leather and alternatives

## Film compositi a base di collagene come materiale sostenibile per l'imballaggio alimentare: una rassegna

Mysha Maliha, Taslim Ur Rashid

Trends in Food Science & Technology, Vol. 171, 2026, 105642

Gli articoli in plastica monouso rappresentano una grave minaccia per l'ambiente a causa della loro natura non degradabile. Si stanno valutando diverse alternative per individuare una soluzione più efficace in grado di garantirne la sostenibilità. Il collagene, una delle principali proteine strutturali, si è affermato come biopolimero promettente nei materiali di imballaggio alimentare, in grado di garantire funzionalità e proteggere l'ambiente. Tuttavia, i film di collagene naturale sono intrinsecamente sensibili all'acqua e all'umidità, il che ne limita l'applicazione pratica. Per superare questi limiti, la ricerca recente si è concentrata sempre più sui film compositi a base di collagene, che offrono maggiore durata, scalabilità, stabilità e prestazioni.

### *Ambito e approccio*

Questa rassegna offre un'analisi completa dello sviluppo e dell'applicazione di vari materiali da imballaggio a base di collagene (CPM) per il confezionamento sostenibile degli alimenti. Il testo illustra in che modo l'utilizzo di materiali diversi e le successive tecniche di lavorazione influenzano le caratteristiche prestazionali del film. Inoltre, la rassegna affronta i temi della sostenibilità e dei quadri normativi, evidenzia le principali sfide che ostacolano la diffusione del CPM ed esplora le possibili strategie per superarle, con l'obiettivo di favorirne l'integrazione in soluzioni di imballaggio sostenibili.

### *Risultati e conclusioni*

L'integrazione di composti bioattivi nelle matrici di collagene migliora proprietà fondamentali quali la resistenza alla trazione, la protezione dai raggi UV, la trasparenza, l'idrofobicità, le proprietà di barriera e l'attività antiossidante. Tuttavia, permangono due limiti persistenti: la

## Collagen-based composite films as sustainable food packaging material: A review

Mysha Maliha, Taslim Ur Rashid

Trends in Food Science & Technology, Vol. 171, 2026, 105642

Single-use plastic items are posing a significant environmental threat due to their non-degradable nature. Alternatives are being investigated to identify a more effective solution that can guarantee sustainability. Collagen, a major structural protein, has emerged as a promising biopolymer in food packaging materials to ensure functionality and provide environmental protection. However, native collagen films are inherently sensitive to water and moisture, limiting their practical application. To overcome these limitations, recent research has increasingly focused on collagen-based composite films, which offer enhanced durability, scalability, stability, and performance.

### *Scope and approach*

This review provides a comprehensive analysis of the development and application of various collagen-based packaging material (CPM) for sustainable food packaging. It discusses how the incorporation of different materials and subsequent fabrication technology influences the performance profile of the film. Moreover, the review addresses sustainability and regulatory frameworks, highlights key challenges to the widespread adoption of CPM and explores potential strategies to overcome these challenges, aiming to support their integration into sustainable packaging solutions.

### *Findings and conclusions*

The inclusion of bioactive compounds into collagen matrices improves critical properties such as tensile strength, UV protection, transparency, hydrophobicity, barrier properties, and antioxidant activity.

scarsa flessibilità e la scarsa resistenza all'acqua, che devono essere risolti affinché il CPM possa diventare un'alternativa valida e duratura agli imballaggi in plastica tradizionali.

Scheda Bibliografica 22887

### **I materiali biobased nell'economia circolare: una rassegna strategica sulla funzionalizzazione avanzata e sulle applicazioni dei biopolimeri**

Syed Kashif Ali, Abdullah Ali Alamri, Faris Alffi, et al.

Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 14, Issue 2, 2026, 121722

Questa analisi strategica sintetizza i recenti progressi compiuti nella funzionalizzazione e nell'applicazione di quattro biopolimeri fondamentali: chitosano, cellulosa, lignina e amido. Andando oltre le semplici sintesi descrittive delle strategie di sintesi, l'analisi integra una valutazione comparativa della sostenibilità che collega la chimica dei materiali agli indicatori della valutazione del ciclo di vita (LCA) e ai vincoli economici. Nel settore degli imballaggi e dei rivestimenti, i sistemi a base di amido e cellulosa presentano generalmente un potenziale di riscaldamento globale cradle-to-gate inferiore rispetto ai film di chitosano, che richiedono un maggiore consumo energetico; tuttavia, la loro diffusione industriale rimane limitata dalla sensibilità all'umidità e dalla variabilità meccanica. Vengono analizzate le tendenze comparative relative al potenziale di riscaldamento globale, all'eutrofizzazione e al comportamento a fine vita, insieme ai limiti derivanti dall'incoerenza delle unità funzionali e dei confini di sistema tra i vari studi LCA. L'analisi approfondisce inoltre il modo in cui le strategie di funzionalizzazione volte a migliorare la durata e le prestazioni di barriera possano contemporaneamente ostacolare la biodegradabilità e il riciclaggio, creando compromessi rilevanti per la realizzazione dell'economia circolare. I miglioramenti delle prestazioni su scala di laboratorio, tra cui l'innesto di agenti antimicrobici e la

However, two persistent drawbacks remain: limited flexibility and poor water resistance which must be addressed to make CPM a viable, long-term alternative to conventional plastic packaging.

Bibliographic sheet 22887

### **Biobased materials in the circular economy: A strategic review on the advanced functionalization and applications of biopolymers**

Syed Kashif Ali, Abdullah Ali Alamri, Faris Alffi, et al.

Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 14, Issue 2, 2026, 121722

This strategic review synthesizes recent advances in the functionalization and application of four foundational biopolymers: chitosan, cellulose, lignin, and starch. Moving beyond descriptive summaries of synthesis strategies, the analysis integrates a comparative sustainability evaluation linking material chemistry to Life Cycle Assessment (LCA) metrics and economic constraints. Across packaging and coating applications, starch- and cellulose-based systems generally exhibit lower cradle-to-gate global warming potentials than more energy-intensive chitosan films, yet their industrial adoption remains limited by moisture sensitivity and mechanical variability. Comparative trends in global warming potential, eutrophication, and end-of-life behaviour are discussed, together with limitations arising from inconsistent functional units and system boundaries across LCA studies. The review further examines how functionalization strategies that improve durability and barrier performance may simultaneously hinder biodegradation and recycling, creating trade-offs relevant to circular-economy implementation. Laboratory-scale performance gains, including antimicrobial grafting and nano structuring

nanostrutturazione per l'accumulo di energia, si contrappongono agli ostacoli tecnico-economici al passaggio su scala industriale, che si traducono in notevoli differenze di costo tra i polisaccaridi di base e i biopolimeri modificati chimicamente. Inoltre, l'analisi evidenzia che la disintegrazione fisica in condizioni di compostaggio non implica necessariamente una completa mineralizzazione biologica. Nel complesso, la rassegna individua la lavorazione senza solventi, la riduzione al minimo degli additivi e i protocolli di degradazione standardizzati come priorità fondamentali per tradurre le innovazioni nel campo dei biopolimeri in sistemi di materiali scalabili e sostenibili dal punto di vista ambientale.

Scheda Bibliografica 22888

for energy storage, are contrasted with techno-economic barriers to scale-up, reflected in significant cost disparities between commodity polysaccharides and chemically modified biopolymers. In addition, the analysis highlights that physical disintegration under composting conditions does not necessarily indicate complete biological mineralization. Overall, the review identifies solvent-free processing, additive minimization, and standardized degradation protocols as key priorities for translating biopolymer innovations into scalable, environmentally credible material systems.

Bibliographic sheet 22888



Graphical abstract: Biobased materials in the circular economy

**Sviluppo di compositi sostenibili a base di lattice, rinforzati con polvere di ritagli di pelle e nanoparticelle di ZnO, destinati alla realizzazione di solette antibatteriche per calzature: un approccio circolare**

Md. Ariful Islam, Papia Haque, Mohammed Mizanur Rahman

**Development of latex-based sustainable composites reinforced with leather trimming dust and ZnO nanoparticles for antibacterial shoe insole application: A circularity approach**

Md. Ariful Islam, Papia Haque, Mohammed Mizanur Rahman

Circular Economy, Volume 5, Issue 1, 2026, 100181

Questo studio affronta la sfida della gestione dei rifiuti solidi nell'industria conciaria, concentrandosi in particolare sulle polveri derivanti dagli scarti della concia vegetale, che spesso vengono sottoutilizzate. Anziché utilizzarlo nelle applicazioni tradizionali, come i mangimi per pesci e pollame o i cosmetici, questa ricerca propone un approccio innovativo per la valorizzazione di questo materiale di scarto, incorporando nanoparticelle di ossido di zinco ecologico (ZnO NPs) per produrre solette antibatteriche per scarpe. Le nanoparticelle di ZnO sono state sintetizzate utilizzando il metodo della coprecipitazione chimica e il metodo di sintesi mediata da piante con estratto di buccia di banana. Le nanoparticelle sono state integrate nella polvere derivante dagli scarti di lavorazione della pelle conciata al vegetale e in biocompositi a base di lattice ottimizzati mediante il modello di somma ponderata per il processo decisionale multicriteriale (MCDM-WSM). Grazie a tecniche di caratterizzazione complete, tra cui FTIR, XRD, FESEM, EDX, DLS e analisi termica, è stata confermata la corretta integrazione di ZnO su scala nanometrica, con diametri compresi tra 65 e 91 nm e una distribuzione uniforme all'interno della matrice composita. Il composito ha mostrato proprietà meccaniche migliorate, con una resistenza alla trazione compresa tra  $11,6 \pm 0,6$  e  $13,5 \pm 0,2$  MPa, un indice di flessione di circa 3,95 e una resistenza allo strappo della cucitura compresa tra 845 e 867 N/mm, valori paragonabili alle proprietà meccaniche di una soletta per scarpe. I test antibatterici hanno inoltre evidenziato una significativa inibizione della crescita del *Bacillus subtilis* e dell'*Escherichia coli*. Questi risultati sottolineano il potenziale del composito come valida alternativa alle solette tradizionali, in quanto offre maggiori benefici antibatterici.

Scheda Bibliografica 22889

Circular Economy, Volume 5, Issue 1, 2026, 100181

This study addresses the challenge of solid waste management in the leather industry, particularly focusing on vegetable-tanned leather trimming dusts, which are often underutilized. Instead of traditional applications such as fish/poultry feed or cosmetics, this research proposes an innovative approach to repurpose this waste material by incorporating green zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) to produce antibacterial shoe insoles. ZnO NPs were synthesized using the chemical coprecipitation method and the plant-mediated synthesis method with banana peel extract. The nanoparticles were integrated into vegetable-tanned leather trimming dust and latex-based biocomposites optimized with the multi-criteria decision-making weighted sum model (MCDM-WSM). Through comprehensive characterization techniques, including FTIR, XRD, FESEM, EDX, DLS, and thermal analysis, the successful incorporation of nano-sized ZnO was confirmed, demonstrating diameters ranging from 65 to 91 nm and uniform distribution within the composite matrix. The composite showed enhanced mechanical properties, with tensile strength ranging from  $11.6 \pm 0.6$  to  $13.5 \pm 0.2$  MPa, a flexing index of approximately 3.95, and a stitch tear strength between 845 and 867 N/mm, which are comparable to the mechanical properties of a shoe insole. Antibacterial testing further revealed significant inhibition of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* growth. These findings emphasize the potential of the composite as a viable alternative to conventional insoles, offering enhanced antibacterial benefits.

Bibliographic sheet 22889

## MISSION

# STAZIONE SPERIMENTALE PER L'INDUSTRIA DELLE PELLI E DELLE MATERIE CONCIANTI

La **Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e dei Materiali Conciati (SSIP)** è un organismo di ricerca nazionale, ai sensi del Regolamento (UE) n. 651/2014, con una missione istituzionale orientata alla ricerca applicata, allo sviluppo sperimentale, alla formazione, all'innovazione industriale e al trasferimento tecnologico nel settore conciario e dei materiali circolari. Il legislatore nazionale le riconosce un ruolo di interesse pubblico, attribuendole il compito di promuovere il progresso tecnico e scientifico del comparto di riferimento.

La SSIP opera sull'intero territorio nazionale attraverso la sede centrale di Pozzuoli (Napoli), nel Parco Scientifico e Tecnologico Adriano Olivetti, e le sedi **presenti nei** distretti industriali di Arzignano (Veneto), Santa Croce sull'Arno (Toscana) e Solofra (Campania), garantendo un presidio diretto nei principali distretti conciari e un'azione coordinata a supporto della filiera.

L'Istituto promuove l'innovazione tecnologica e la competitività del settore assumendo la **tutela ambientale** come principio guida. Le attività si basano su una ricerca tecnico-scientifica avanzata, sull'innovazione di prodotto e di processo, sulla formazione di competenze per la transizione ecologica e digitale e sull'erogazione di servizi ad alto valore aggiunto alle imprese. Particolare attenzione è rivolta alla **circularità dei processi**, alla riduzione dell'impatto ambientale, alla tracciabilità e alla valorizzazione dei sottoprodotti, in coerenza con i principi dell'economia circolare. Le iniziative sono rivolte ai settori moda e pelletteria, calzatura, arredamento e automotive.

La SSIP partecipa a **reti e partenariati nazionali strategici per l'innovazione**, contribuendo attivamente alle politiche industriali del Paese. In particolare, è partner del **Partenariato Esteso MICS – Made in Italy Circolare e Sostenibile (PNRR)**, nel quale apporta competenze sui materiali conciati, sui processi sostenibili e sulla tracciabilità delle filiere. Opera inoltre in sinergia con il **Cluster Tecnologico Nazionale Made in Italy**, sostenendo l'innovazione e la competitività delle filiere manifatturiere ad alto valore identitario, e con il **Cluster SPRING**, il cluster nazionale della bioeconomia e della chimica verde, contribuendo allo sviluppo di processi e materiali sostenibili applicati al settore conciario.

Nei territori a maggiore vocazione produttiva, la SSIP collabora con il sistema della **formazione tecnica superiore (ITS Academy)**, contribuendo all'integrazione tra ricerca, competenze e industria. In **Campania**, in particolare, è socio fondatore dell'ITS MIA Academy che opera nei settori moda e pelle favorendo lo sviluppo di profili tecnici specializzati in processi conciari, qualità, sostenibilità e innovazione, rafforzando il capitale umano e la competitività del sistema produttivo regionale.

Accanto alle attività di ricerca e innovazione, la Stazione Sperimentale svolge una qualificata funzione pubblica quale **Laboratorio accreditato per il controllo degli articoli in cuoio e pelle**, ai sensi del D.Lgs. n. 68/2020. Inoltre, con Decreto Direttoriale dell'11 ottobre 2024 e aggiornamento del 16 maggio 2025, la SSIP è iscritta al n. **545 dell'Albo MIMIT dei Certificatori del credito d'imposta per attività di Ricerca & Sviluppo e Innovazione tecnologica**.



DL01791LAB/004

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

## Certificato di Accreditazione Accreditation Certificate

Accreditamento n. **01791 Testing REV. 04**  
Accreditation n.Emesso da **Dipartimento Laboratori di Prova**  
Issued bySi dichiara che **Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e**  
We declare that **delle Materie Concianti srl**Sede/Headquarters:  
- Via Campi Flegrei 34 - 80078 Pozzuoli NAE' conforme ai requisiti **UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018**  
della normaMeets the requirements **ISO/IEC 17025:2017**  
of the standardQuale **Laboratorio di Prova**As **Testing Laboratory**Data di 1<sup>a</sup> emissione  
1st issue date  
**20-04-2021**Data di revisione  
Review date  
**16-04-2025**Data di scadenza  
Expiring date  
**18-04-2029**

MD-CAB/rev. 07

L'accertamento attesta la competenza tecnica, l'imparzialità e il costante e coerente funzionamento del Laboratorio relativamente al campo di accreditamento riportato nell'Elenco Prove allegato al presente certificato di accreditamento.

Il presente certificato non è da ritenersi valido se non accompagnato dagli Elenchi Prove, che possono variare nel tempo e può essere sospeso o revocato o ridotto in qualsiasi momento nel caso di inadempienza accertata da parte di ACCREDITA.

La validità dell'accertamento può essere verificata sul sito web ([www.accredia.it](http://www.accredia.it)) o richiesta al Dipartimento di competenza.

I requisiti di sistema della ISO/IEC 17025 sono scritti in un linguaggio attinente alle attività di laboratorio e sono generalmente in accordo con i principi della norma ISO 9001 (si veda comunicato congiunto ISO-ILAC-IAF dell'Aprile 2017).

The accreditation attests competence, impartiality and consistent operation in performing laboratory activities, limited to the scope detailed in the attached Enclosure.

The present certificate is valid only if associated to the annexed Lists and can be suspended, withdrawn or reduced at any time in the event of non fulfillment as ascertained by ACCREDITA.

Confirmation of the validity of accreditation can be verified on the website ([www.accredia.it](http://www.accredia.it)) or by contacting the relevant Department.

The management system requirements in ISO/IEC 17025 are written in language relevant to laboratories operations and generally operate in accordance with the principles of ISO 9001 (refer joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated April 2017).

Il QRcode consente di accedere direttamente al sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it) per verificare la validità del certificato di accreditamento rilasciato al CAB.

La data di revisione riportata sul certificato corrisponde alla data di aggiornamento / di delibera del pertinente Comitato Settoriale di Accreditamento. L'atto di delibera, firmato dal Presidente di ACCREDITA, è scaricabile dal sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it), sezione "Documenti".

The QRcode links directly to the website [www.accredia.it](http://www.accredia.it) to check the validity of the accreditation certificate issued to the CAB.

The revision date shown on the certificate refers to the update / resolution date of the Sector Accreditation Committee. The Resolution, signed by the President of ACCREDITA, can be downloaded from the website [www.accredia.it](http://www.accredia.it), "Documents" section.

ACCREDITA è l'Ente Unico nazionale di accreditamento designato dal governo italiano, in applicazione del Regolamento Europeo 765/2008.

ACCREDITA is the sole national Accreditation Body, appointed by the Italian government in compliance with the application of REGULATION (EC) No 765/2008.

pag. 1/1

SEDE LEGALE, OPERATIVA E AMMINISTRATIVA  
Via Guglielmo Saliceto, 7/9 - 00161 Roma  
Tel. +39 06 8440991 / Fax +39 06 8841199  
[accredia.it](http://accredia.it) / [info@accredia.it](mailto:info@accredia.it)  
C.F. / P. IVA 10269361001

Il certificato si riferisce alle prove:

- Determinazione dello strappo singolo (UNI EN ISO 3377-1:2012)
- Determinazione del pH e dell'indice differenziale (UNI EN ISO 4045:2018)
- Solidità del colore allo strofinio (UNI EN ISO 11640:2018)
- Determinazione dello spessore della rifinitura (UNI EN ISO 17186:2012)
- Identificazione del cuoio con microscopio (UNI EN ISO 17131:2020)

ITALIAN LEATHER  
RESEARCH INSTITUTE



STAZIONE SPERIMENTALE  
PER L'INDUSTRIA DELLE PELLI  
E DELLE MATERIE CONCIANTI

**Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle materie concianti S.r.l.**

**Sede legale e operativa:**

Comprensorio Olivetti, Via Campi Flegrei, 34 • 80078 Pozzuoli (NA)

**Presidente:** Graziano Balducci

**Vicepresidente:** Fulvia Bacchi

**Direttore Generale:** Edoardo Imperiale

**Collegio Sindacale:** Roberta Albiero, Luca Cecconi, Domenico Leoncino

**Consigliere:** Vito De Pascale, Rino Mastrotto, Elena Salvaneschi

# Piano di Formazione e Divulgazione 2026

Programma di Formazione & Divulgazione Scientifica 2026

I workshop si svolgeranno in modalità ibrida

27 Febbraio 2026 ore 15 Dr. Marco Nogarole	Approcci e metodologie per il monitoraggio e il contenimento degli inquinanti critici nei reflui conciari	ON LINE
ON LINE	Sistemi reticolanti per coating a base acquosa	27 Marzo 2026 ore 15 Dr. Francesco de Laurentiis
15 Aprile 2026	La pelle: un materiale di origine naturale, sostenibile e circolare che guarda al futuro	In presenza: sede SSIP - Comprensorio Olivetti - Pozzuoli
ON LINE	Il processo di Tintura	14 Maggio 2026 ore 16 Dr. Gilles Revol
30 Giugno 2026	Evento Italian Leather Research Summit	In presenza: sede SSIP - Comprensorio Olivetti - Pozzuoli
ON LINE	Evoluzione dei Materiali tra tradizione e Innovazione: Analisi Fisico-Meccanica tra Pelle e i Nuovi Prodotti alternativi	16 Luglio 2026 ore 16 Dr.ssa Maria Scotti
10 Settembre 2026 ore 16 Ing. Rosario Mascolo	Come costruire una "Specifica Tecnica di Prodotto" in funzione della destinazione d'uso del cuoio	ON LINE
ON LINE	Metodologie chemiometriche e loro applicazioni	15 Ottobre 2026 ore 16 Dr. Leopoldo Esposito
26 Novembre 2026 ore 16 Dr. Gianluigi Calvanese	Aggiornamento della normazione nel settore conciario	In presenza: c/o Distretto Industriale di Santa Croce sull'Arno Pisa
ON LINE	Casi studio di particolari difetti difficilmente intercettabili dai selezionatori di pelli	17 Dicembre 2026 ore 16 Dott.ssa Roberta Aveta



SSIP.IT



## TEAM DI LAVORO TECNICO SCIENTIFICO

### AREA RICERCA E SVILUPPO

Responsabile Dott.ssa Claudia Florio  
[c.florio@ssip.it](mailto:c.florio@ssip.it) - Tel. 081 5979122

### DIPARTIMENTI PER L'INNOVAZIONE

#### Dipartimento per l'Innovazione green, circolare e digitale

Responsabile dott.ssa Claudia Florio  
[c.florio@ssip.it](mailto:c.florio@ssip.it) - Tel. 081 5979122

#### Dipartimento per l'Innovazione dei Materiali

Responsabile Ing. Rosario Mascolo  
[r.mascolo@ssip.it](mailto:r.mascolo@ssip.it) - Tel. 081 597911

#### Dipartimento per l'Innovazione dei Processi

Responsabile dott. Marco Nogarole  
[m.nogarole@ssip.it](mailto:m.nogarole@ssip.it) - Tel. 347 0079753

### AREA POLITECNICO DEL CUOIO

Responsabile Dott.ssa Serena Iossa  
[s.iossa@ssip.it](mailto:s.iossa@ssip.it) - Tel. 393 4648729

#### Divulgazione Scientifica

Responsabile Dott.ssa Claudia Florio  
[c.florio@ssip.it](mailto:c.florio@ssip.it) - Tel. 081 5979122

#### Biblioteca e Servizio Documentazione

Responsabile Dott.ssa Carmelina Grosso  
[c.grosso@ssip.it](mailto:c.grosso@ssip.it) - Tel. 081 5979112

#### Formazione e ITS Academy

Coordinatore operativo  
Dott.ssa Daniela Crispino  
[d.crispino@ssip.it](mailto:d.crispino@ssip.it) - Tel 081 5979127

### DIVISIONE ITC INNOVAZIONE E TECNOLOGIA CONCIARIA

#### Direttore Operativo, Certificazione Credito di Imposta, Normazione e Merceologia

Dott. Gianluigi Calvanese  
[g.calvanese@ssip.it](mailto:g.calvanese@ssip.it) - Tel. 349 0899336

#### Test ed Analisi, Analisi strumentali complesse, Analisi chimiche classiche, Misurazione e Taratura

Responsabile Dott. Leopoldo Esposito  
[l.esposito@ssip.it](mailto:l.esposito@ssip.it) - Tel. 081 5979162

#### Microscopia e Controlli D. Lgs 68/2020

Responsabile operativa  
Dott.ssa Roberta Aveta  
[r.aveta@ssip.it](mailto:r.aveta@ssip.it) - Tel. 081 5979116

#### Prove Fisico-Meccaniche e Conformità

Responsabile operativa dott.ssa Maria Scotti  
[m.scotti@ssip.it](mailto:m.scotti@ssip.it) - Tel. 081 5979121

### SEDE DISTRETTO ARZIGNANO

Responsabile Dott. Marco Nogarole  
[m.nogarole@ssip.it](mailto:m.nogarole@ssip.it) - Tel. 347 0079753

### SEDE DISTRETTO SANTA CROCE SULL'ARNO

Responsabile Dott. Gianluigi Calvanese  
[g.calvanese@ssip.it](mailto:g.calvanese@ssip.it) - Tel. 349 0899336

Ing. Gilles Revol - [g.revol@ssip.it](mailto:g.revol@ssip.it)  
Tel. 0571 32542 / 335 6533643

### SEDE DISTRETTO SOLOFRA

Responsabile Dott. Gianluigi Calvanese  
[g.calvanese@ssip.it](mailto:g.calvanese@ssip.it) - Tel. 349 0899336

## ISTRUZIONI PER GLI AUTORI PER LA PUBBLICAZIONE SU "CUOIO PELLI MATERIE CONCIANTI - CPMC"

Gli Autori che intendono proporre articoli o note tecniche per la pubblicazione su "Cuoio Pelli Materie Concianti - CPMC", devono inviare il testo proposto unicamente su supporto informatico o a mezzo e-mail, in formato Word carattere Raleway al seguente indirizzo di posta elettronica: doc@ssip.it. Per ciascun Autore deve essere indicato l'Istituto, l'Università, l'Associazione o l'Azienda presso la quale opera e va fornita altresì una foto (formato tessera) con la qualifica. La Redazione di CPMC si riserva di richiedere ulteriori informazioni qualora lo ritenga opportuno.

I lavori di ricerca non devono contenere nomi commerciali di prodotti, macchine o processi. Non sono accettati articoli già apparsi su altre riviste. Articoli apparsi in altre lingue su riviste del settore, se giudicati di particolare interesse potranno essere pubblicati con la precisazione che trattasi di "Traduzione da ..." e gli autori dovranno fornire l'autorizzazione alla pubblicazione.

Gli articoli vanno forniti in lingua italiana (o inglese) ed è necessario inserire didascalie a tabelle, figure, grafici o foto se ritenuti utili ai fini di una più completa comprensione. Le immagini vanno fornite in formato jpeg ad elevata risoluzione (se possibile). La lunghezza del testo deve essere compresa tra 3.000-8.400 battute (spazi inclusi).

La "Stazione Sperimentale per l'industria delle Pelli e delle Materie concianti srl" si riserva, a suo insindacabile giudizio, di accettare o meno la pubblicazione degli articoli proposti o di indicare agli autori modifiche di carattere grafico. La traduzione in lingua inglese (o italiana) viene effettuata a carico della Redazione di CPMC a lavoro accettato, e la revisione di bozze avviene in collaborazione con gli autori.

La "Stazione Sperimentale per l'industria delle Pelli e delle Materie concianti srl" non assume alcuna responsabilità sul contenuto degli articoli pubblicati che resta di esclusiva competenza degli Autori.

La riproduzione o la traduzione di articoli pubblicati su "Cuoio, Pelli, Materie Concianti" (CPMC) è consentita a condizione che sia chiaramente indicata la fonte.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS FOR PUBLICATION ON "CUOIO PELLI MATERIE CONCIANTI - CPMC"

*Authors who intend to publish articles or technical notes in "Cuoio Pelli Materie Concianti - CPMC" must send the proposed text electronically or by email, in Word format, Raleway font, to the address: doc@ssip.it. Each Author must indicate the Institute, University, or Association where they work and also provide a photo (passport size) with their qualification. CPMC's Editorial Department reserves the right to request further information if it deems appropriate.*

*Research work must not contain trade names of products, machines or processes. Articles that have already appeared in other journals or publications are not allowed. Articles published in other languages in sector-related journals, if judged to be of particular interest, may be published with the specification that it is a "translation of..." and the authors must have permission to publish it.*

*Articles must be provided in Italian (or English) and it is necessary to caption tables, figures, graphs or photos if considered useful for a more complete understanding of the article. Images should be provided in high resolution JPEG format (if possible). The length of the text must be between 3,000-8,400 characters (including spaces).*

*The "Italian Leather Research Institute" reserves the right, at its sole discretion, to accept or reject the publication of proposed articles or to indicate that authors make graphic changes. The translation into English (or Italian) is carried out by CPMC's Editorial Department once the article has been accepted, and the revision of drafts is done in collaboration with the authors.*

*The "Italian Leather Research Institute" does not assume any responsibility for the content of published articles, which remains the sole responsibility of the Authors.*

*The reproduction or translation of articles published in "Cuoio, Pelli, Materie Concianti" (CPMC) is permitted provided that the source is clearly indicated.*

## IL BOARD SCIENTIFICO ESTERNO

Nei suoi oltre 100 anni di storia, **“Cuoio, Pelli, Materie Concianti - CPMC”**, quadrimestrale ufficiale di divulgazione a cura della Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli, ha ospitato la pubblicazione di tutte le iniziative di carattere scientifico e di ricerca realizzate dall'Istituto. Sin dal primo numero, nell'agosto del 1923, infatti, le attività della SSIP hanno trovato un'allocatione nella rivista che ha trattato nei decenni le questioni afferenti il mondo della Pelle e del Cuoio, da ogni punto di vista.

Con il tempo, CPMC si è rivelata essere uno strumento fondamentale per la divulgazione delle attività di ricerca e innovazione a servizio dell'intera filiera conciaria; nello specifico, negli ultimi anni la rivista accoglie contributi che descrivono le prospettive di evoluzione del materiale di punta del Made in Italy, all'insegna di frontiere di innovazione che consentiranno di rendere il cuoio un materiale moderno e competitivo, un materiale tecnologico, con funzioni aggiunte, pur senza alterare le sue sostanziali caratteristiche naturali, un'innovazione che moltiplica gli sforzi verso la sostenibilità e circolarità delle soluzioni adottate.

Tali sfide, non possono prescindere ancora una volta dalla **necessità di far rete attorno alla cultura e tecnologica conciaria e, più in generale, attorno alla cultura scientifica sui nuovi materiali circolari e sulle tecnologie avanzate per il Made in Italy**: dalle azioni del Cluster Tecnologici alle sinergie promosse dai Progetti di ricerca congiunti tra imprese ed università, con particolare riferimento al ruolo strategico delle reti scientifiche nate dal Partenariato Esteso MICS - Made in Italy Circolare e Sostenibile, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca grazie ai fondi del PNRR.

Proprio nell'ottica di rafforzare tale rete scientifica, a far corso dal 2025, la Stazione Speri-

## THE EXTERNAL SCIENTIFIC BOARD

In its more than 100 years of history, **'Cuoio, Pelli, Materie Concianti - CPMC'** - the official four-monthly publication edited by the SSIP - has published all the scientific and research initiatives carried out by the Institute. Indeed, since its first issue in August 1923, SSIP's activities have found a home in this magazine, which, over the decades, has covered Leather-related topics from all points of view.

Over time, CPMC has proved to be a fundamental tool for the dissemination of research and innovation activities at the service of the entire tanning supply chain. Specifically, in recent years, the magazine has welcomed contributions describing prospects for the evolution of leading Made in Italy material, under the banner of innovation frontiers that will make leather a modern and competitive material, a technological material with added functions, without altering its substantial natural characteristics, an innovation that multiplies the efforts towards sustainability and circularity of the solutions adopted.

Once again, these challenges cannot disregard the **need to create a network around the tanning culture and technology and, more generally, around the scientific culture on new circular materials and advanced technologies for Made in Italy**. From Technological Clusters to the synergies promoted by joint research projects between companies and universities, with particular reference to the strategic role of the scientific networks created by the MICS Extended Partnership - Circular and Sustainable Made in Italy, financed by the Ministry of University and Research with NRRP funds.

Precisely with a view to strengthening this scientific network, starting in 2025, the Italian Leather Research Institute intends to set

mentale ha istituito un **Board Scientifico**, di supporto strategico alla rivista, con la consapevolezza che **le azioni a sostegno del settore necessitano di essere promosse con una visione condivisa, secondo approcci olistici, integrati e multisettoriali, che favoriscono il trasferimento di buone prassi sulle politiche di gestione e implementazione di sistemi produttivi sempre più responsabili, sostenibili e circolari.**

up a **Scientific Board**, to provide strategic support to the magazine, in the awareness that **actions to support the sector need to be promoted with a shared vision, according to holistic, integrated and multi-sectoral approaches, favouring the transfer of good practices on management policies and the implementation of increasingly responsible, sustainable and circular production systems.**

NOMINATIVO	RUOLO
<b>Mario Bonaccorso</b>	Direttore Cluster Spring
<b>Domenico Caputo</b>	Professore Ordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali Università degli Studi di Napoli Federico II Coordinatore Scientifico dello Spoke 4 di MICS
<b>Martino Di Serio</b>	Professore Ordinario di Chimica Industriale Università degli Studi di Napoli Federico II
<b>Pietro Ferraro</b>	Director of Research at Consiglio Nazionale delle Ricerche, Institute of Applied Sciences & Intelligent Systems (CNR- ISASI) Pozzuoli (NA), Italy
<b>Lucia Gardossi</b>	Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche. Membro del direttivo del Cluster Tecnologico Nazionale sulla Bioeconomia Circolare -SPRING. Componente del Gruppo di Coordinamento per la Bioeconomia della Presidenza del Consiglio dei Ministri
<b>Rosa Lanzetta</b>	Professore Ordinario di Chimica Organica Università degli Studi di Napoli Federico II
<b>Maria Cristina Lavagnolo</b>	Professoressa Associata del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale Università degli Studi di Padova. Docente di Circular and Sustainable Waste Management
<b>Maurizio Masi</b>	Professore Ordinario di Chimica fisica applicata - Politecnico di Milano
<b>Pietro Pantano</b>	Professore Ordinario di Fisica Matematica - Università della Calabria. Presidente del Comitato Scientifico e della Formazione del Cluster Tecnologico Nazionale del Made in Italy
<b>Patrizia Ranzo</b>	Delegato CRUI per la standardizzazione europea Made in Italy
<b>Piero Salatino</b>	Professore Ordinario di Impianti Chimici Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione industriale Scuola Politecnica e delle Scienze di Base Università degli Studi di Napoli Federico II
<b>Maria Sarno</b>	Professore Ordinario di Ingegneria Chimica. Direttore del Centro Interdipartimentale NANO_MATES. DF - Università di Salerno
<b>Marco Taisch</b>	Professore Ordinario Politecnico di Milano e Presidente della Fondazione Made in Italy Circolare e Sostenibile

**ITALIAN LEATHER  
RESEARCH INSTITUTE**



**STAZIONE SPERIMENTALE  
PER L'INDUSTRIA DELLE PELLI  
E DELLE MATERIE CONCIANTI**

Founding from European Union Next-Generation EU  
(PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) -  
MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.3 -  
DD. 1551.11-10-2022, PE 00000004

**STAZIONE SPERIMENTALE PER L'INDUSTRIA DELLE  
PELLI E DELLE MATERIE CONCIANTI Srl**

Organismo di Ricerca delle Camere di Commercio di Napoli,  
Toscana Nord-Ovest e Vicenza

**SEDE LEGALE E OPERATIVA**

**Comprensorio Olivetti**

Via Campi Flegrei, 34 - 80078 Pozzuoli (NA)  
Tel. +39 081 5979100 - [ssip@ssip.it](mailto:ssip@ssip.it) • [www.ssip.it](http://www.ssip.it)

**Distretto Industriale di Arzignano (VI)**

**c/o Distretto Veneto della Pelle**

Via del Lavoro, 22 - 36077 Arzignano  
Tel. +39 0444 994267 - Email: [arzignano@ssip.it](mailto:arzignano@ssip.it)

**Distretto Industriale di**

**Santa Croce sull'Arno (PI) c/o POTECO**

Via San Tommaso, 119/121/123 - 56029 S. Croce s/Arno (PI)  
Tel. +39 0571 32542 - E-mail: [santacroce@ssip.it](mailto:santacroce@ssip.it)

**Distretto Industriale di Solofra (AV)**

**c/o Centro Servizi ASI**

Via Melito Langano, 9 - 83029 Solofra (AV)  
Tel. +39 0825 582740 - E-mail: [ssip@ssip.it](mailto:ssip@ssip.it)

**Sede di Milano c/o UNIC**

Via Brisa, 3 - 20123 Milano  
Tel. +39 02 8807711 • 02 880771297 - E-mail: [ssip@ssip.it](mailto:ssip@ssip.it)

Pec: [stazioneperimentaleindustriapelli@legalmail.it](mailto:stazioneperimentaleindustriapelli@legalmail.it)

Cod.Fisc. e P.Iva 07936981211 • N. Iscrizione REA: NA 920756

Capitale Sociale: Euro 9.690.240,00

Codice di iscrizione all'Anagrafe Nazionale delle Ricerche del MIUR:  
000290\_EIRI

**Sistema di Gestione Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2015**  
per la sede di Pozzuoli • N. IT17/0158



SCAN ME