



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN MODELO DE NEGOCIO PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS TEXTILES Y DE MADERA EN LA FABRICACIÓN DE COMPLEMENTOS PARA DIFERENTES SECTORES

Autor: Jorge Manuel Bermejo de la Lama

Director: Mariano Jiménez Calzado

Co-Director: Noemi Cortizas Martínez

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN MODELO DE NEGOCIO PARA LA
UTILIZACIÓN DE RESIDUOS TEXTILES Y DE MADERA EN LA
FABRICACIÓN DE COMPLEMENTOS PARA DIFERENTES SECTORES
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023/2024 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Jorge Manuel Bermejo de la Lama - Fecha: 22/07/2024

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Mariano Jiménez Calzado - Fecha: 22/07/2024



Fdo.: Noemi Cortizas Martínez - Fecha: 22/07/2024

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN MODELO DE NEGOCIO PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS TEXTILES Y DE MADERA EN LA FABRICACIÓN DE COMPLEMENTOS PARA DIFERENTES SECTORES

Autor: Bermejo de la Lama, Jorge Manuel.

Director: Jiménez Calzado, Mariano.

Co-Director: Cortizas Martínez, Noemi.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

1. Introducción

El presente trabajo tiene como estudio estudiar la viabilidad de un modelo de negocio que utilice residuos textiles y/o de madera para producir materiales destinados a otras industrias. Aunque considerando toda la cadena de valor hasta el cliente final, el trabajo se enfoca en los procesos industriales, por lo que se centra en un modelo de negocio B2B en el que se venderán complementos o materiales a otras compañías.

Primero, se llevará a cabo un estudio del estado del arte con el objetivo de comprender el contexto relativo a residuos, normativa y criterios de diseño. Una vez analizados el origen y composición de los residuos, el marco legal y normativo europeo, y los criterios de diseño eficientes, se podrán identificar las distintas oportunidades de negocio dentro de este contexto.

Tras la identificación y análisis de varias oportunidades de negocio, se selecciona la que sea aparentemente más viable y genere mayor impacto. Esta idea de negocio se define en su totalidad a lo largo de un análisis en detallado antes de su implantación.

Tras dicha definición se tratará de implementar el modelo de negocio desde todos los puntos de vista necesarios para poder juzgar su viabilidad. Finalmente, y tras analizar en detalle la implementación del modelo de negocio, se pasará a estudiar su viabilidad desde un punto de vista tecnológico, operacional, físico y económico.

2. Metodología

El método utilizado en el presente trabajo parte del análisis del contexto en el cual se enmarcan los posibles modelos de negocio a desarrollar. Durante el estudio de la naturaleza de los residuos en las industrias textil, de *packaging*, *retail*, *e-commerce* y de mobiliario. Una vez comprendido el origen y composición de los residuos generados por estas industrias, se pasará al estudio del marco legislativo y normativo europeo en lo relativo a residuos. Para ello, se tomará como base la Directiva 2008/98/EC, llamada “Waste Framework Directive”, así como las distintas estrategias en lo relativo a los materiales textiles. Después, se pasará al estudio de buenas prácticas de diseño que permiten desarrollar productos eficientes desde el punto de vista económico y ecológico.

Tras un análisis comprensivo de las posibles materias primas a utilizar (residuos de las industrias textil, de *packaging*, *retail*, *e-commerce* y de mobiliario), el marco legislativo (ley y norma de la Unión Europea) y los criterios, se tiene el contexto en el cual se enmarcan distintas oportunidades de negocio. Es por ello por lo que el siguiente paso en la metodología es la identificación de distintos modelos de negocios dentro de este contexto. Tras un estudio de alto nivel de estas propuestas, se seleccionará aquella que se considere más viable desde el punto de vista operacional y con un mayor impacto desde el punto de vista medioambiental.

Una vez decidida la idea de negocio a desarrollar en base al análisis preliminar, se pasará a estudiar al cliente final (o *target*), sector y producto relativas a dicha oportunidad de negocio. El objetivo será terminar de decidir enfoque y detalles específicos antes de la implantación del modelo de negocio. Durante el estudio del *target*, se tratará de seleccionar un cliente final que dote de sostenibilidad en el tiempo al negocio. Además, se estudiarán las tendencias, gustos, dinámicas y preferencias de dicho cliente final. De esta forma, y pese a que el modelo de negocio desarrollado en el presente trabajo se limita a las operaciones industriales hasta el desarrollo de un negocio B2B, se podrá garantizar que todas las decisiones tomadas a lo largo de la implantación del modelo de negocio estén orientadas a aportar valor al consumidor final.

En lo relativo al sector, se estudiarán tendencias de posibles competidores. El objetivo de ello será primero entender qué se está haciendo actualmente en lo relativo al modelo de negocio a estudiar y tratar de identificar aquella parte de la demanda que esté parcial o totalmente desatendida. De esta forma, aparte de poder incorporar las buenas prácticas y aprender del comportamiento de competidores, se podrá centrar el modelo de negocio en algún nicho que esté parcial o totalmente desatendido.

Por último, en el estudio del producto se terminará de identificar los materiales a usar y la forma de usarlo. Para ello se estudiarán distintas propuestas y se terminarán de decidir en detalle los materiales y productos a implementar en el modelo de negocio.

Una vez terminado el análisis de la idea de negocio, se llevará a cabo su implantación, para lo cual se estudiarán sus operaciones, su mercado y su estructura económica. En lo relativo a las operaciones, se identificarán las tecnologías y procesos necesarios para toda la cadena de valor. Ello incluye la implantación de los procesos y tecnologías para la recogida de materiales, transporte, tratamiento, producción, empaquetado y envío.

Después se pasará al estudio del mercado, para el cual se analizará al cliente B2B, entendiendo los tipos de cliente y calculando el ticket medio por cliente. Después se podrá calcular el tamaño del mercado en el que operará el modelo de negocio. Dicho mercado equivale a la totalidad de la demanda que idealmente podríamos capturar.

Una vez calculado el tamaño de mercado, se llevará a cabo un análisis económico, para cual lo primero será el cálculo de la proyección de ventas. Para ello, se tomará el tamaño de mercado previamente calculado y se hará un estudio competitivo. En dicho estudio competitivo se estudiarán los principales competidores (entendiendo sus ventajas, desventajas y la parte de la demanda que están capturando actualmente) y las ventajas competitivas del modelo de negocio del presente trabajo. Tras dicho estudio, se concluirá una estimación de las ventas esperadas en los primeros cinco años de

operación en forma de porcentaje de la demanda total que se prevé capturar en base a ventajas competitivas y competidores.

Cabe destacar, que un paso relevante es la verificación de capacidad de suministros. Ello quiere decir comprobar que la capacidad de suministros de residuos sea tal como para poder llegar a satisfacer la totalidad de la demanda.

El siguiente paso será el cálculo de la estructura de costes, para lo cual habrá que analizar tanto la inversión inicial como los costes operaciones fijos y variables. En lo relativo a la inversión inicial, se identificará la maquinaria necesaria en base a la implementación tecnológica y operacional previamente estudiada. Después, y en base a las proyecciones de venta estimados, se estimará el número de máquinas necesarias para tener la capacidad productiva necesaria para satisfacer la demanda esperada. De esta forma, teniendo en cuenta el precio de cada máquina, se podrá determinar la inyección de capital necesaria para la implementación de este modelo de negocio.

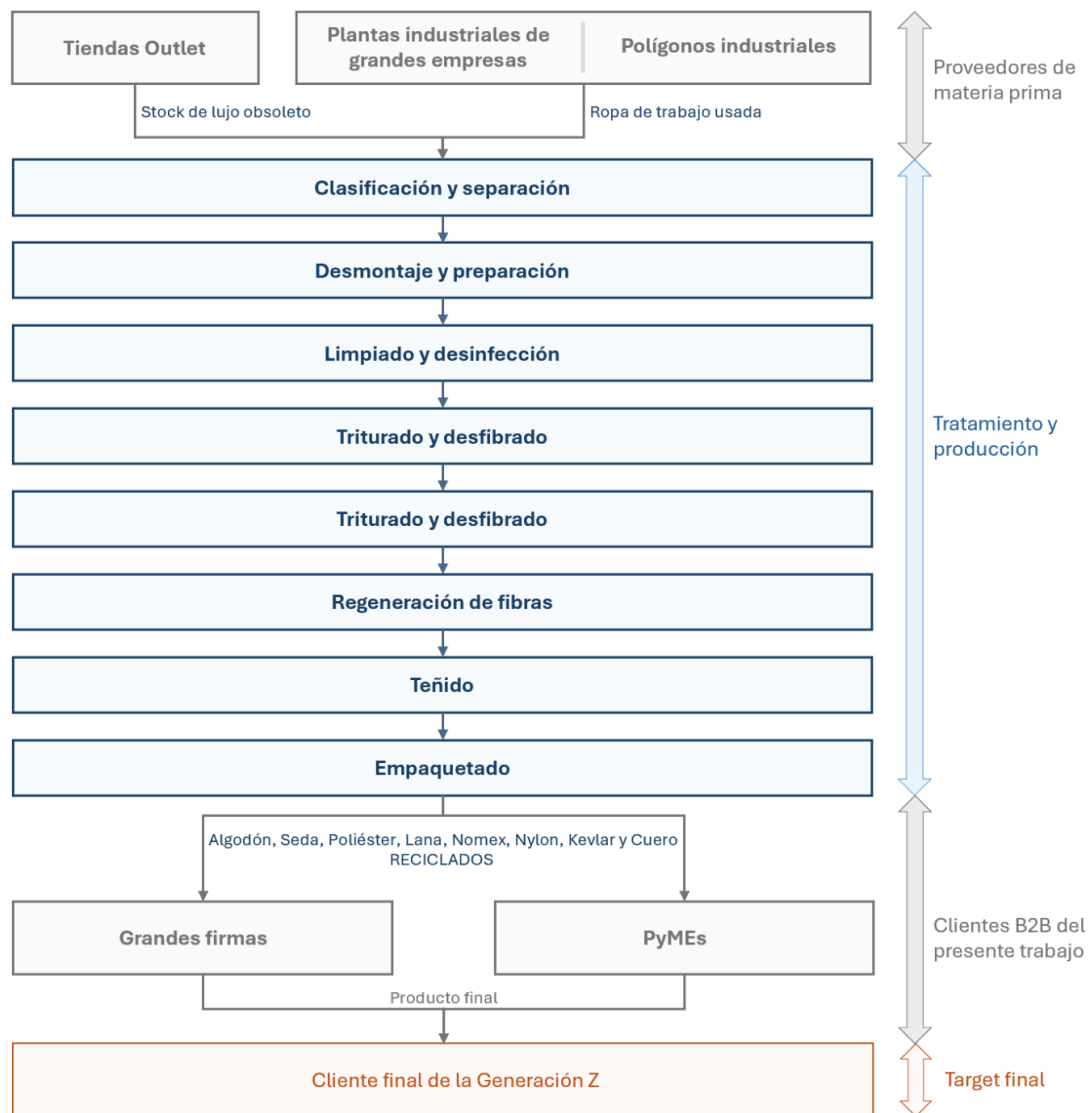
Para los costes operacionales, se identificarán aquellos costes fijos y variables en base a los procesos descritos durante la implementación tecnológica del modelo de negocio. Los costes variables dependerán de las ventas realizadas, mientras que los costes fijos se dimensionarán para cubrir la demanda hasta el quinto año de operación.

Por último, y bajo la luz de los resultados de esta metodología, se pasa a analizar la viabilidad del modelo de negocio. Para ello, se calcularán los beneficios, retorno de la inversión y margen del negocio, lo cual permite juzgar su atractivo desde un punto de vista económico. Después se juzgará si es viable desde un punto de vista operacional y tecnológico. El último paso será el estudio de riesgos relacionados con el modelo de negocio que potencialmente podrán comprometer la viabilidad de este.

3. Resultados

Tras en desarrollo de la metodología previamente explicada, se seleccionó el modelo de negocio basado en el uso de stock obsoleto de firmas de moda de lujo y ropa de trabajo industrial usada para la fabricación de materiales textiles reciclados los cuales son vendidos a firmas de moda del segmento lujo-premium. Dicho modelo de negocio está enfocado además en el *target* final de la Generación Z, la cual garantiza la viabilidad a lo largo del tiempo del negocio al ser el segmento más joven y de mayor proyección en volumen de ventas de la población.

Tras la implementación de dicho modelo de negocio, se concluye que el modelo de negocio es viable desde un punto de vista tecnológico, operacional y económico. Desde un punto de vista tecnológico, se han definido las diferentes tecnologías y procesos que permiten el tratamiento del stock obsoleto de lujo y la ropa de trabajo usada. Durante dichos procesos, se separan e identifican materiales, los cuales, tras ser desinfectados y limpiados, se trituran. Una vez triturados, se regeneran las fibras que posteriormente son teñidas y empaquetadas. A continuación, se puede ver un diagrama de alto nivel de la cadena de valor del modelo de negocio desarrollado.

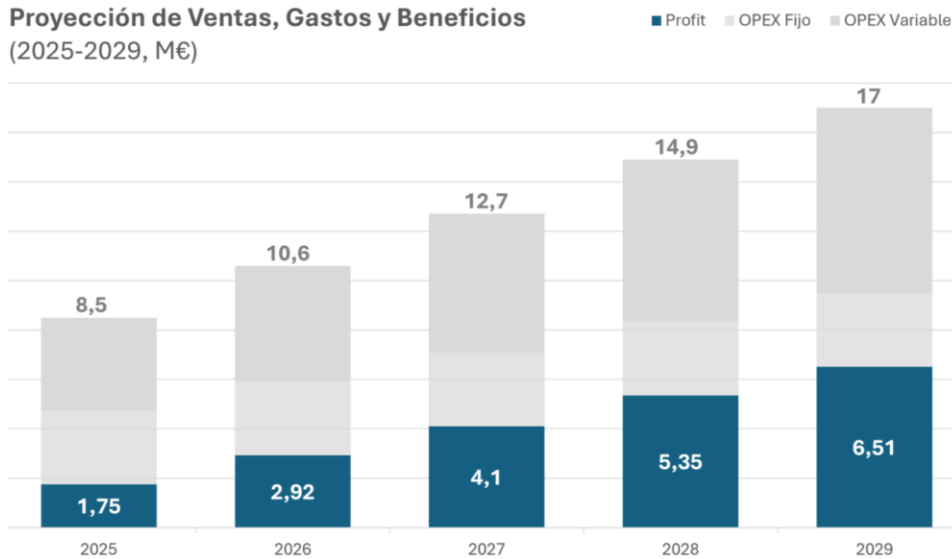


1. Cadena de valor del modelo de negocio

Cabe destacar que, pese a que se ha verificado la viabilidad tecnológica del modelo de negocio, dichas operaciones presentan una complejidad significativa debido al hecho de tratar con muchos tipos de materiales distintos. Teniendo en cuenta la procedencia de la materia prima del presente modelo de negocio, los materiales obtenidos tras su clasificación son: lana, seda, tela, algodón, poliéster, nylon, Kevlar, Nomex y cuero. Por ello, en cada etapa del proceso productivo, cada material recibe un tratamiento distinto con el uso de maquinaria específica.

Desde un punto de vista económico, se ha visto como las proyecciones indican que el modelo de negocio es rentable en su operación. Se ha estimado un mercado en España de 85,17 millones de euros para este modelo de negocio. Para el cual, teniendo en cuenta la especialización del nicho en el que se enfoca este negocio, el alto capital estimado y poca saturación competitiva, se estima que se podrá pasar de conseguir un 10% del mercado tras el primer año, hasta llegar a cubrir un 20% en el quinto año de operación. Teniendo en cuenta también la estructura de costes de operación fijos y variables estudiadas, se comprueba que, tal y como se puede ver en la siguiente gráfica, el modelo de negocio es rentable.

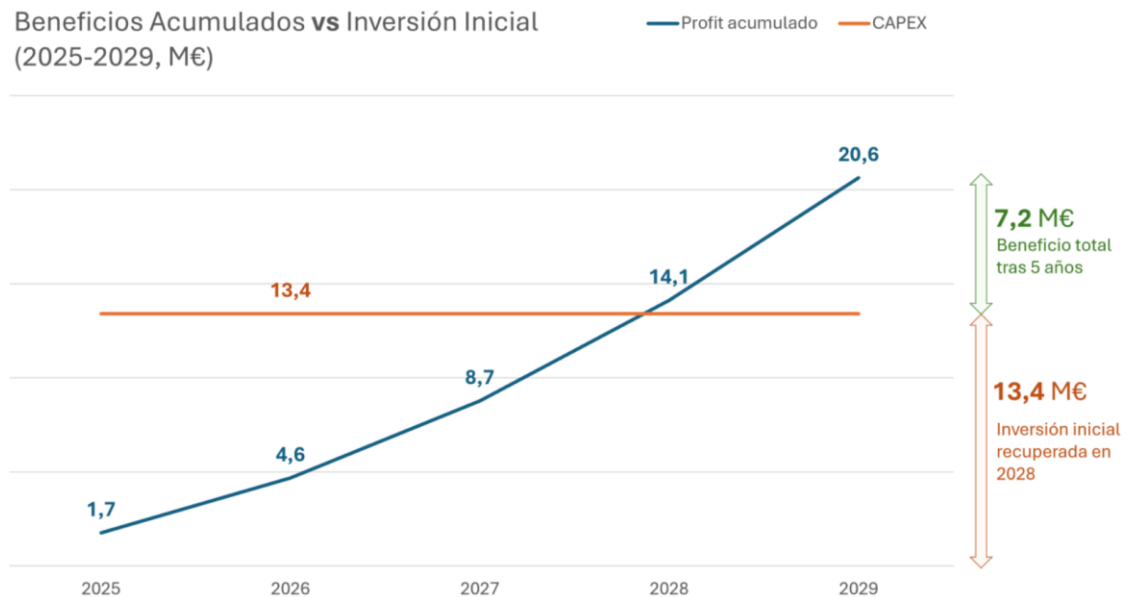
Proyección de Ventas, Gastos y Beneficios
(2025-2029, M€)



2. Proyección de ventas, gastos y profit

Como se puede ver, el modelo de negocio es rentable y el margen operativo crece anualmente debido a la dilución de los costes fijos tras el aumento del volumen de ventas. Además, teniendo en cuenta el cálculo de la inversión de capital necesaria, que se ha estimado en 13,4 millones de euros, se demuestra como el negocio es capaz de recuperar dicha inversión inicial tal y como se puede ver en la siguiente figura.

Beneficios Acumulados vs Inversión Inicial
(2025-2029, M€)



3. Proyección de retorno de la inversión

Tras el tercer año de operación, se recupera la inversión inicial y tras el quinto año de operación, se generan unos beneficios totales de 7,2 millones de euros. Ello indica que se tiene un retorno de la inversión de 153%. Dicho retorno de la inversión no solo verifica que el modelo de negocio es viable, si no que demuestra que es considerablemente atractivo desde un punto de vista económico.

Por último, desde un punto de vista operacional, se ha determinado como el aprovisionamiento potencial de stock obsoleto y ropa de trabajo usada es tal como para cubrir totalmente la demanda. Tras dicho análisis se ha llegado a estimar el total de suministro potencial en 17.350 toneladas de material textil, mientras que la demanda total se ha calculado en 10.900 toneladas.

Por ello, y tras comprobar que idealmente seríamos capaces de cubrir la totalidad de la demanda, se concluye que el modelo de negocio es viable también desde un punto de vista operacional.

4. Conclusiones

Tras el seguimiento de la metodología mencionada, el presente trabajo ha analizado un modelo de negocio que utiliza stock obsoleto de marcas de lujo y ropa de trabajo usada para producir fibras textiles, vendidas luego a firmas de moda de lujo-premium. Se ha demostrado que este modelo es viable tanto tecnológicamente como operativamente, y atractivo económicamente.

La normativa vigente, especialmente la directiva 2008/98/EC de la Unión Europea revisada en 2023, la cual menciona el tratamiento reciclaje de materiales textiles, está completamente alineada con el modelo de negocio estudiado. Además, las compañías industriales estarían dispuestas a ser proveedores de materia prima debido a las normativas europeas y a la oportunidad de monetizar sus residuos. Las marcas de lujo también contribuirán con su stock obsoleto, mejorando su imagen de sostenibilidad.

Operacionalmente, el modelo es viable gracias a las tecnologías de clasificación y regeneración de fibras, aunque presenta desafíos logísticos debido a la diversidad de materiales. La provisión de residuos es suficiente para satisfacer la demanda, y el enfoque en la Generación Z asegura la viabilidad a largo plazo.

Económicamente, el modelo es rentable desde un punto de vista operacional con márgenes que mejoran con el crecimiento. Además, se proyecta recuperar la inversión en tres años, y obtener un retorno de la inversión del 153% tras cinco años de operación. El mercado nicho y la baja saturación competitiva favorecen a la captura esperada de la demanda de materiales textiles reciclados.

Finalmente, aunque con el objetivo hacer proyecciones conservadoras no se ha considerado financiación del estado o de la Unión Europea, la cual podría mejorar la viabilidad y atractivo financiero del proyecto.

5. Referencias

44degNorth. (2024). LUXURY STOCK MANAGEMENT.

Adegeest. (2023). In the name of discretion: How luxury brands offload stock.

Adegeest. (2024). Luxury brands are grappling with billions of euros of unsold inventory.

Anta Callersten, Bianchi, Dodero, Seara, Todescan, & Xu. (2020). A Three-Season Strategy for Fashion and Luxury Retailers.

Ashkenaz. (2021). Recycle or compost: The future of coffee pods.

Barrett, J., Chase, Z., Zhang, J., Banaszak Holl, M. M., Willis, K., Williams, A., Hardesty, B. D., & Wilcox, C. (2020, octubre 5). Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight. CSIRO.

BuyLeatherOnline. (2019). Cost of Leather by the Yard or by the Meter.

Byrne, & De silva. (2015). Progress in separating, recycling cotton and polyester blends.

CADRE Technologies. (2023). RFID VS NFC: COMPARING TWO WAREHOUSE MANAGEMENT TECHNOLOGIES.

Calderón, G. (2018). Generación Z.

cegid. (2023). El futuro del lujo: ¿cuáles son las tendencias actuales?

Chakraborty, Parveen, Chanda, & Aditya. (2020). An insight into the structure, composition and hardness of a biological material: The shell of freshwater mussels.

Chand, S., Chand, S., & Raula, B. (2023, julio 21). Textile and apparel industries waste and its sustainable management approaches.

Chiu, L., & Frost, C. (2024). CES 2024: Color, Material & Finish.

CincoDías. (2022). La generación Z representará el 70% de las compras de las marcas de lujo para 2025.

Classy Leather Bags. (2023). A Detailed Guide on How to Dye Leather.

Cleanfax Staff. (s. f.). The role of pH in cleaning. 2011.

Concord. (2024). How To Dye Leather – From Prep Through Surface Finishing.

Coppola, D. (2022). Distribution of e-commerce average greenhouse gas (GHG) emissions worldwide as of 2020.

Costa de Souza Pinho, Luiz Calmon, Lima Medeiros, Vieria, & Bravo. (2023). Wood Waste Management from the Furniture Industry: The Environmental Performances of Recycling, Energy Recovery, and Landfill Treatments.

Cramer-Flood, E. (2021). In global historic first, ecommerce in China will account for more than 50% of retail sales. EMARKETER.

Crespo Garay, C. (2018). ¿Sabes cuáles son los 10 productos más difíciles de reciclar?

Datta, Błażek, Włoch, & Bukowski. (2018). A New Approach to Chemical Recycling of Polyamide 6.6 and Synthesis of Polyurethanes with Recovered Intermediates.

Davis, R. S. (2024). Aramid Recycling: Solving a Tricky Environmental Issue.

De silva, Wang, & Byrne. (2014). Recycling textiles: The use of ionic liquids in the separation of cotton polyester blends.

DeVere. (2024). Laundry. 2024.

Dissanayake, & Weerasinghe. (2021, octubre 22). Fabric Waste Recycling: A Systematic Review of Methods, Applications, and Challenges.

Do All Sawing Products. (2024). Tungsten Carbide Blades.

Dreesmann. (2023). CÓMO LIMPIAR EL CUERO: GUÍA COMPLETA PARA LIMPIAR EL CUERO.

Du Pont. (2024). KEVLAR® ARAMID FIBER TECHNICAL GUIDE.

Dunajko, M. (2023). Navigating the Future: How AI is Revolutionizing Route Optimization in Logistics.

Dupont. (2024). Nomex Fiber—Technical guide.

ECOALF. (2024). +600 TEJIDOS INNOVADORES DESARROLLADOS Y UTILIZADOS DESDE 2009.

Ecochain. (2024). Guide to sustainable product design (2024 Update).

Ehsanur Rashid, Rubel Khan, Ul Haque, & Hasanuzzaman. (2023). Challenges of textile waste composite products and its prospects of recycling.

El Biriane, B. (2020). State-of-the-art review on recycled mussel shell waste in concrete and mortar.

Elite Labels. (2021). RFID & clothing: How technology is quickly changing the landscape of fashion.

Ellen MacArthur Foundation. (2017). THE NEW PLASTICS ECONOMY: RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS & CATALYSING ACTION.

Enciclopedia significados. (2024). Reciclaje.

EQUILIBRIUM. (2020). Gucci Off The Grid.

European Circular Economy Stakeholder Platform. (2024). Siptex: A pioneering textile sorting technology for increased circularity.

European Union Law. (1994). Packaging and packaging waste.

European Union Law. (2008). EU waste management law.

Farma Industria. (2017). El empleo en la industria farmacéutica innovadora.

Ferre Yarns. (2024). Always looking for new and better ways forward.

Ferronato, Nova Pinedo, & Toretta. (2020). Assessment of Used Baby Diapers Composting in Bolivia.

Focus Economics. (2024). Wool Prices.

FRED. (2024). Global price of Cotton.

Gestal. (2024). El textil español seduce al capital: Hilaturas Ferre vende Recover a un fondo de EEUU.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Lavender Law, K. (2017, julio 19). Production, use, and fate of all plastics ever made.

Gravity Wave. (2024). LA AMENAZA QUE SUPONEN LAS REDES DE PESCA PARA EL OCÉANO.

Greenfield, E. (2023). Estrategias de diseño sostenible: Una guía completa. SIGMAEARTH.

Grupo Inditex. (2023). Memoria Anual Grupo Inditex 2023.

Holland, A. (2015). Disperse Dyes for Dyeing and Printing.

Hossein Azarian, & Sutapun. (2022). Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review.

Immonen, Metsä-Kortelainen, Nurmio, Tribot, Turpeinen, Mikkelsen, Kalpio, Kaukonieni, & Kangas. (2022). Recycling of 3D Printable Thermoplastic Cellulose-Composite.

INE. (2024a). Encuesta de población activa (EPA).

INE. (2024b). Estadística estructural de empresas: Sector industrial. Año 2022.

Itsubo, Wada, Imai, Myoga, Makino, & Shobatake. (2020). Life Cycle Assessment of the Closed-Loop Recycling of Used Disposable Diapers.

Iždinský, Vidholdová, & Reinprecht. (2020). Particleboards from Recycled Wood.

Jackson. (2023). Is Recycled Leather Redefining Sustainability in Fashion?

Jackson, B. (2024). Can Upcycling Leather Turn Scraps Into Riches? IS IT LEATHER?

Janmark, Magnus, Marcos, & Wiener. (2024). Sustainable style: How fashion can afford and accelerate decarbonization.

Kasavan, S. (2021, julio 7). Global trends of textile waste research from 2005 to 2020 using bibliometric analysis.

Kiron. (2021a). An Overview of Polyester and Polyester Dyeing.

Kiron. (2021b). Kevlar Fiber: Types, Properties, Manufacturing Process and Applications.

Kiron, M. I. (2022). Carding Process in Spinning – An Overview.

Knox. (2023). Chemical Handling Safety in Oil Refineries: Best Practices for Hazardous Materials.

Kuok Ho, D. T. (2023, diciembre 18). State of the Art in Textile Waste Management: A Review. Department of Environmental Science, The University of Arizona.

Kwabena. (2024). 5 Unpleasant Ways Humidity Affects Leather (Plus Fix & Tips).

Lamb. (2021). The Secret to Spinning Silk.

LAPCO FR. (2019). FR Clothing Wash Expectancy—Useful Life.

Le Mouëllic, M., Ventura, A., Heller, K., Loh, A., Roch, R., Spitzbart, J., & Zanotelli, P. (2023). Six Strategies for Designing Sustainable Products. BCG.

Leather Honey. (2024). What Is Bonded Leather? Definition and Care Guide.

Lodha, Song, Park, Choi, Won Lee, Wook Park, & Choi. (2023). Sustainable 3D printing with recycled materials: A review.

Malinverno, Schmutz, Nowack, & Som. (2023). Identifying the needs for a circular workwear textile management – A material flow analysis of workwear textile waste within Swiss Companies.

Manchanda, M. (2024). THE ART AND CRAFT OF LEATHER DYEING: A COMPREHENSIVE GUIDE!

Maritz. (2024). Storing Leather – Best Temperature For Storing Leather.

MaxBotix. (2021). IoT Sensors for Fleet Management.

Metal. (2024). Shredder Blades: Analysis of Classification, Material Selection, Service Life, and Design Techniques.

Molpeceres. (2023). El sector del lujo español ya factura más por «experiencias» que por joyas, bolsos y perfumes.

Moya, C. (2020). Así ha pasado Burberry de quemar 32 millones de euros en ropa a ser una de las firmas más sostenibles.

Muntasir, K. S. (2022). Disperse Dyes – Classification | Properties | Dyeing Mechanism.

Muñoz, A. (2018). Burberry destruye productos por valor de más de 100 millones de euros para «proteger la marca».

Nguyen, Luedtke, Nopens, & Krause. (2023). Production of wood-based panel from recycled wood resource: A literature review.

Nomex. (2024). Product Care Information on Nomex® Garments.

Oceana. (2020, diciembre 15). Amazon's Plastic Problem Revealed.

OECD. (2022, febrero 22). Global Plastics Outlook.

Oliveras Castillo. (2024). Hilaturas Ferré se ajusta: Caída de ventas y cierre de una planta a la espera de la regulación.

Omdena. (2022). Delivery Route Optimization Using Machine Learning in the Logistics Sector.

Omerogullari Basyigit. (2020). Application Technologies for Functional Finishing of Textile Materials.

Opwis, Celik, Benken, Knittel, & Gutmann. (2020). Dyeing of m-Aramid Fibers in Ionic Liquids.

Orientanet. (2024). ¿Cuántas empresas de moda hay en España?

Pamuk, Encan, & Zeynep. (2023). Thermal Characteristics, Mechanical and Comfort Properties of Heat-Protective Textiles.

Parlamento Europeo y Consejo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.

Petrie, L. (2023). Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain.

Pringle, Rudnicki, & Pearce. (2012). Wood Furniture Waste–Based Recycled 3-D Printing Filament.

Procurement Resources. (2024a). PA6 (Nylon6) Price trend and forecast.

Procurement Resources. (2024b). Polyester (POY) Price trend and forecast.

Profetto, L., Gherardelli, M., & Iadanza, E. (2022). Radio Frequency Identification (RFID) in health care: Where are we? A scoping review.

Puri, K. (2023). AI Route Optimization & Route Planning Guide: How AI Routing Can Transform Route Optimization.

PYMNTS. (2023). Luxury Brands Seek Discreet Ways to Move Goods During Slowdown.

Rahman, M. (2023). Disperse Dyes: Properties, Mechanisms, And Application Methods In Textile Industry.

Recycling inside. (2021). STADLER and TOMRA Deliver the World’s First Fully Automated Textile Sorting Plant in Malmö, Sweden.

Reina, C. (2023). ¿Qué tendencias inspirarán a la Generación Z este 2023? md.

Rogers. (2024). What Are Mouse Pads Made Of: Materials and Composition Revealed.

Rout, Nayak, Patnaik, & Nezhad. (2022). Development of Improved Flexural and Impact Performance of Kevlar/Carbon/Glass Fibers Reinforced Polymer Hybrid Composites.

Salinas, J. L. (2021). Moda reciclada de lujo: Una respuesta a la crisis.

SCM Globe. (2020). Zara Clothing Company Supply Chain.

Service Thread. (2015). Materials Science for Industrial Threads and Yarns—Polyester and Nylon.

Shaikbah. (2023). Silk Fabric Sos: Mastering The Art Of Repairing Damaged Silk.

Shiju, Al-Sagheer, & Ahmad. (2020). Thermal Mechanical Properties of Graphene Nano-Composites with Kevlar-Nomex Copolymer: A Comparison of the Physical and Chemical Interactions.

Stanton. (2024). How to Get Grease Stains Out of Polyester.

Stubbe, Van Vrekhem, Huysman, Tilkin, De Schrijver, & Vanneste. (2024). White Paper on Textile Fibre Recycling Technologies.

SunSirs. (2024). China raw silk spot price.

thedutchladydesigns. (2023). Does Louis Vuitton Have RFID?

Trunk, U., Harding-Rolls, G., Banegas, X., & Urbancic, N. (2021, febrero). Fossil fashion: The hidden reliance of fast fashion on fossil fuels.

UN Trade & Development. (2021). Global e-commerce jumps to \$26.7 trillion, COVID-19 boosts online sales. United Nations.

UniVOOK Chemical. (2024). Dyeing Carrier Innovation of Meta-Aramid Fibers.

UPS. (2020). UPS To Enhance ORION With Continuous Delivery Route Optimization.

Vicky. (2023). Best Temperature for Washing Silk: Garment Preservation.

Vijay, & Narendhirakannan. (2023). Science and Technology of Wool Fibers.

Vision Team. (2019). Linen And Textile Care: A Breakdown Of Lifespans And Wash Cycles.

Wang, & Salmon. (2022). Progress toward Circularity of Polyester and Cotton Textiles.

Weavertextile. (2023). How Do You Dye Aramid Fabric?

Williams. (2024). Exploring The Chemistry Of Reactive Dye And How Does It Work?

Woolmark. (2024a). How to wash wool.

Woolmark. (2024b). Top-making.

Xometry. (2022). 7 Properties of Nylon: Everything you Need to Know.

Yu, Y., & Tang, R. (2024). Dyeing of Tussah Silk with Reactive Dyes: Dye Selection, Dyeing Conditions, Dye Fixation Characteristics, and Comparison with Mulberry Silk.

Zande. (2018). How much does Kevlar® (Aramid) cost?

Zwieglinska, Z. (2023). Fashion brands evolve NFC tag strategies to provide more value, exclusivity.

FEASIBILITY ANALYSIS OF A BUSINESS MODEL FOR THE UTILIZATION OF TEXTILE AND WOOD WASTE IN THE MANUFACTURING OF ACCESSORIES FOR VARIOUS SECTORS

Author: Bermejo de la Lama, Jorge Manuel.

Supervisor: Jiménez Calzado, Mariano.

Co-Supervisor: Cortizas Martínez, Noemi.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

ABSTRACT

1. Introduction

This project aims to study the feasibility of a business model that uses textile and/or wood waste to produce materials for other industries. Although considering the entire value chain to the end customer, the work focuses on industrial processes, thus centering on a B2B business model where supplements or materials will be sold to other companies.

First, a state-of-the-art study will be conducted to understand the context related to waste, regulations, and design criteria. Once the origin and composition of the waste, the European legal and regulatory framework, and efficient design criteria are analyzed, various business opportunities within this context can be identified.

After identifying and analyzing several business opportunities, the one that appears most viable and generates the greatest impact will be selected. This business idea will be fully defined through a detailed analysis before its implementation.

After this definition, the business model will be implemented from all necessary perspectives to judge its feasibility. Finally, after a detailed analysis of the business model implementation, its feasibility will be studied from a technological, operational, physical, and economic standpoint.

2. Methodology

The method used in this work starts with analyzing the context in which the possible business models to be developed are framed. This involves studying the nature of waste in the textile, packaging, retail, e-commerce, and furniture industries. Once the origin and composition of the waste generated by these industries are understood, the European legislative and regulatory framework regarding waste will be studied. The basis for this will be Directive 2008/98/EC, known as the "Waste Framework Directive," along with various strategies concerning textile materials. Next, good design practices that allow the development of economically and ecologically efficient products will be studied.

After a comprehensive analysis of the possible raw materials to be used (waste from the textile, packaging, retail, e-commerce, and furniture industries), the legislative

framework (EU laws and standards), and the criteria, the context in which different business opportunities are framed is understood. Therefore, the next step in the methodology is identifying different business models within this context. After a high-level study of these proposals, the one considered most viable from an operational point of view and with the greatest environmental impact will be selected.

Once the business idea to be developed is decided based on the preliminary analysis, the final customer (or target), sector, and product related to this business opportunity will be studied. The objective will be to finalize the approach and specific details before the implementation of the business model. During the target study, an end customer that ensures the business's sustainability over time will be selected. In addition, trends, tastes, dynamics, and preferences of this end customer will be studied. Thus, although the business model developed in this work is limited to industrial operations up to the development of a B2B business, it will be ensured that all decisions made throughout the implementation of the business model are aimed at adding value to the end consumer.

Regarding the sector, trends of possible competitors will be studied. The objective will be first to understand what is currently being done concerning the business model to be studied and to identify that part of the demand that is partially or totally unattended. Thus, besides incorporating good practices and learning from competitors' behavior, the business model can focus on a niche that is partially or totally unattended.

Lastly, in the product study, the materials to be used and how to use them will be identified. Different proposals will be studied, and the materials and products to be implemented in the business model will be decided in detail.

Once the business idea analysis is complete, its implementation will be carried out, for which its operations, market, and economic structure will be studied. Regarding operations, the necessary technologies and processes for the entire value chain will be identified. This includes implementing processes and technologies for collecting materials, transportation, treatment, production, packaging, and shipping.

Next, the market will be studied by analyzing the B2B customer, understanding the types of customers, and calculating the average ticket per customer. Then, the market size in which the business model will operate can be calculated. This market equals the total demand that could ideally be captured.

Once the market size is calculated, an economic analysis will be carried out. The first step will be calculating the sales projection. The previously calculated market size will be taken, and a competitive study will be conducted. This competitive study will analyze the main competitors (understanding their advantages, disadvantages, and the part of the demand they are currently capturing) and the competitive advantages of the business model in this work. After this study, an estimate of expected sales in the first five years of operation will be concluded as a percentage of the total demand expected to be captured based on competitive advantages and competitors.

It is important to highlight that a relevant step is verifying the supply capacity. This means checking that the supply capacity of waste is such that it can meet the total demand.

The next step will be calculating the cost structure, for which both the initial investment and the fixed and variable operational costs will need to be analyzed. Regarding the initial investment, the necessary machinery will be identified based on the previously studied technological and operational implementation. Then, based on the estimated sales projections, the number of machines needed to have the productive capacity necessary to meet the expected demand will be estimated. Thus, considering the price of each machine, the capital injection necessary for implementing this business model can be determined.

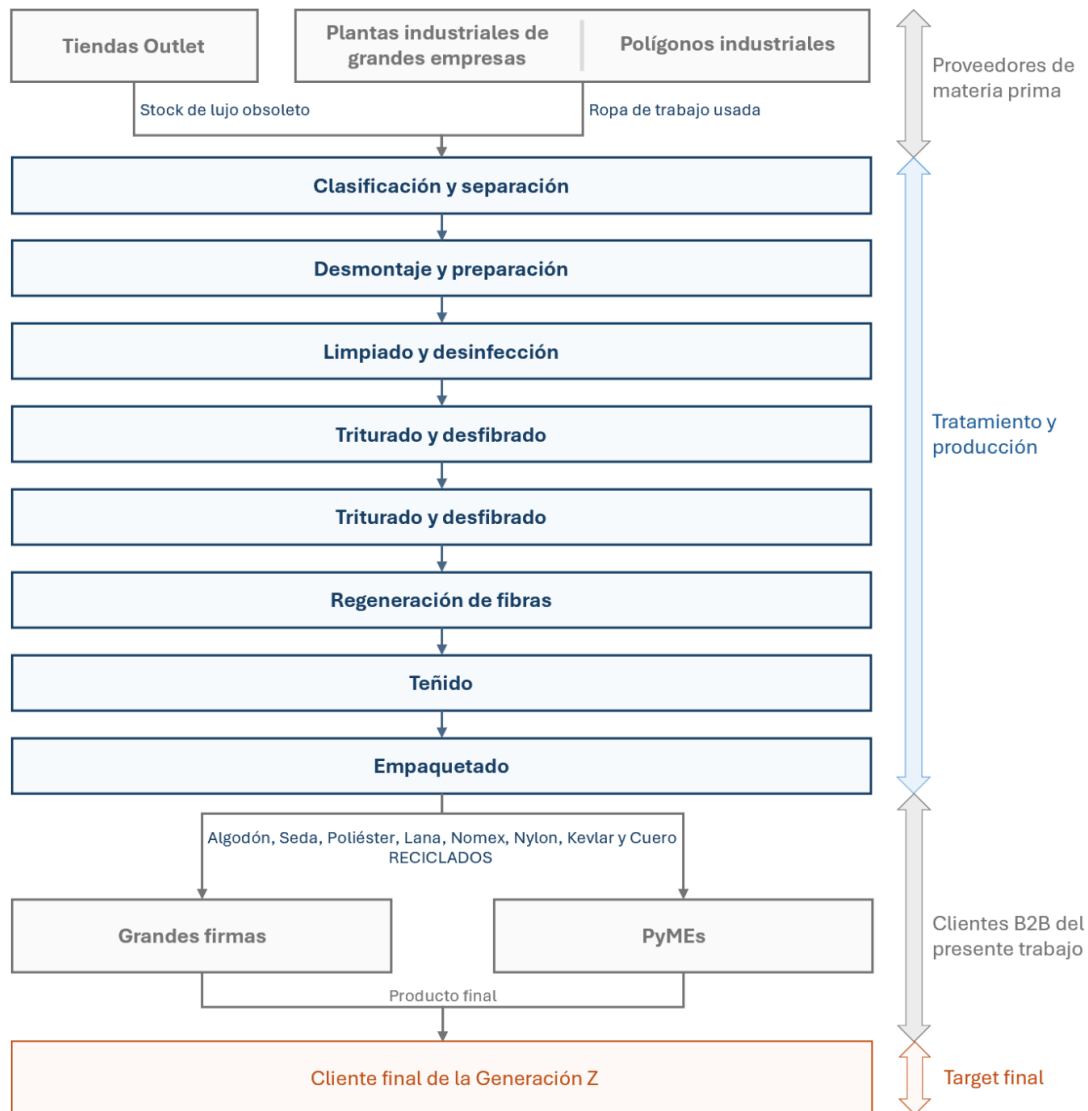
For operational costs, fixed and variable costs will be identified based on the processes described during the technological implementation of the business model. Variable costs will depend on sales made, while fixed costs will be dimensioned to cover demand until the fifth year of operation.

Finally, in light of the results of this methodology, the feasibility of the business model will be analyzed. To do this, the benefits, return on investment, and business margin will be calculated, allowing its attractiveness to be judged from an economic point of view. Then it will be judged whether it is viable from an operational and technological point of view. The last step will be the study of risks related to the business model that could potentially compromise its viability.

3. Results

After developing the previously explained methodology, the business model based on using obsolete stock from luxury fashion brands and used industrial workwear for manufacturing recycled textile materials was selected. These recycled materials are then sold to luxury-premium fashion brands. This business model is also focused on the final target of Generation Z, which guarantees the business's long-term viability as it is the youngest segment with the highest sales projection in the population.

After implementing this business model, it is concluded that it is feasible from a technological, operational, and economic point of view. Technologically, different technologies and processes that allow the treatment of obsolete luxury stock and used workwear have been defined. During these processes, materials are separated and identified, which, after being disinfected and cleaned, are shredded. Once shredded, the fibers are regenerated, dyed, and packaged. Below is a high-level diagram of the value chain of the developed business model.

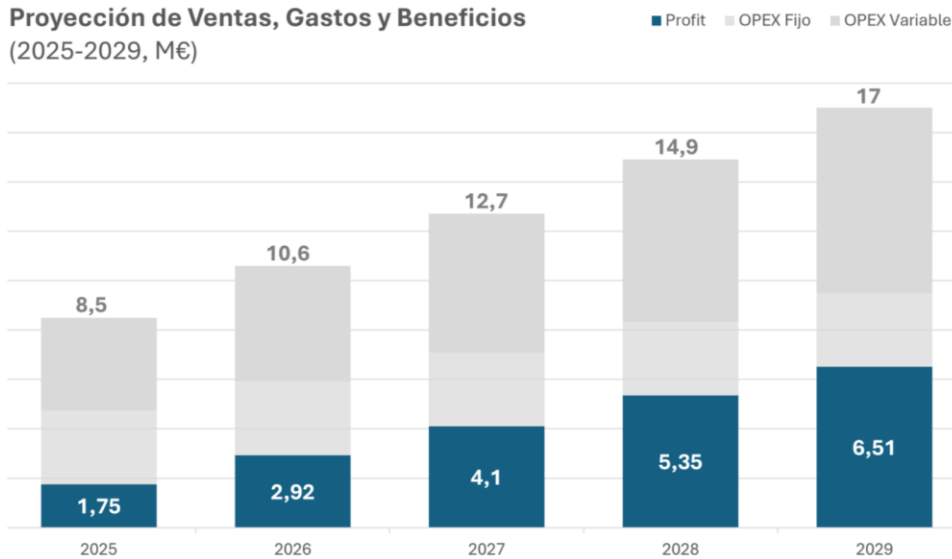


1. Value chain of the Business Model

It is noteworthy that, although the technological feasibility of the business model has been verified, these operations present significant complexity due to dealing with many different types of materials. Considering the origin of the raw material of this business model, the materials obtained after their classification are wool, silk, fabric, cotton, polyester, nylon, Kevlar, Nomex, and leather. Therefore, at each stage of the production process, each material receives different treatment using specific machinery.

From an economic point of view, it has been shown that the projections indicate the business model is operationally profitable. A market in Spain of 85.17 million euros has been estimated for this business model. Considering the niche specialization this business focuses on, the high estimated capital, and low competitive saturation, it is estimated that it will be possible to capture 10% of the market in the first year and reach 20% in the fifth year of operation. Also, considering the fixed and variable operational cost structure studied, it is verified that, as shown in the following graph, the business model is profitable.

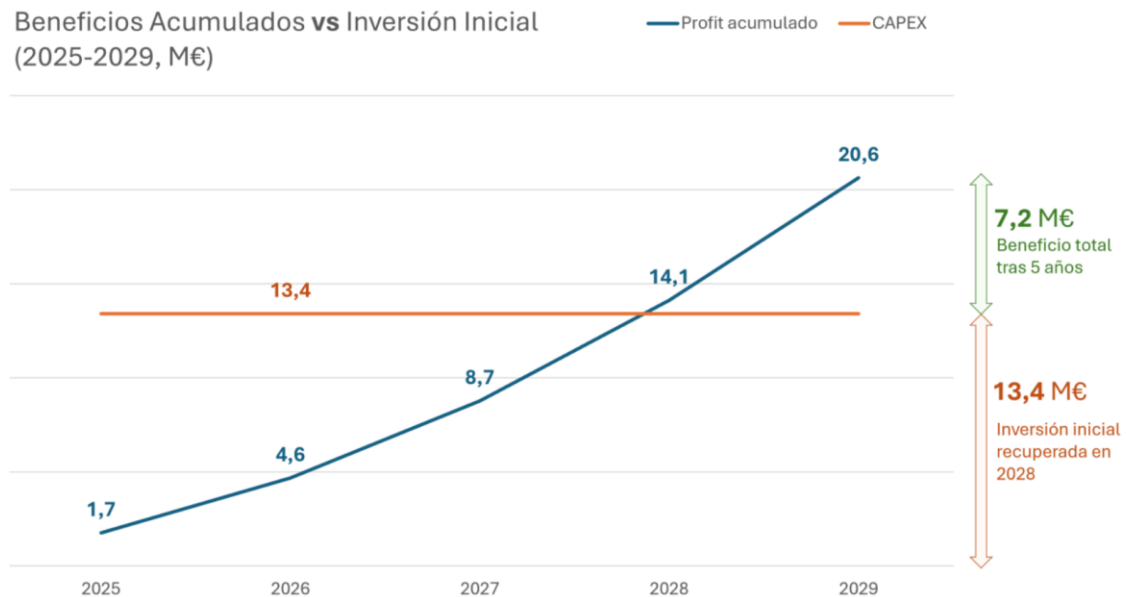
Proyección de Ventas, Gastos y Beneficios
(2025-2029, M€)



2. Sales, expenses and profit projections

As can be seen, the business model is profitable, and the operating margin grows annually due to the dilution of fixed costs following the increase in sales volume. Additionally, considering the capital investment calculation, estimated at 13.4 million euros, it is demonstrated how the business can recover this initial investment, as shown in the following figure.

Beneficios Acumulados vs Inversión Inicial
(2025-2029, M€)



3. Return on Investment projections

After the third year of operation, the initial investment is recovered, and after the fifth year of operation, total profits of 7.2 million euros are generated. This indicates a return on investment of 153%. This return on investment not only verifies that the business model is viable but also demonstrates that it is considerably attractive from an economic point of view.

Finally, from an operational point of view, it has been determined that the potential supply of obsolete stock and used workwear is sufficient to cover the demand. After this analysis, the total potential supply is estimated at 17,350 tons of textile material, while the total demand is calculated at 10,900 tons.

Therefore, after verifying that ideally, we would be able to meet the total demand, it is concluded that the business model is also operationally viable.

4. Conclusions

Following the mentioned methodology, this work has analyzed a business model that uses obsolete stock from luxury brands and used workwear to produce textile fibers, later sold to luxury-premium fashion brands. It has been shown that this model is technologically and operationally viable and economically attractive.

The current regulations, especially the 2008/98/EC directive of the European Union revised in 2023, which mentions the recycling treatment of textile materials, are fully aligned with the studied business model. Additionally, industrial companies would be willing to be raw material suppliers due to European regulations and the opportunity to monetize their waste. Luxury brands will also contribute with their obsolete stock, improving their sustainability image.

Operationally, the model is viable thanks to the fiber classification and regeneration technologies, although it presents logistical challenges due to the diversity of materials. The supply of waste is sufficient to meet the demand, and the focus on Generation Z ensures long-term viability.

Economically, the model is profitable from an operational point of view, with margins improving with growth. Additionally, it is projected to recover the investment in three years and obtain a 153% return on investment after five years of operation. The niche market and low competitive saturation favor the expected capture of the recycled textile materials demand.

Finally, although the objective is to make conservative projections, state or European Union financing, which could improve the project's viability and financial attractiveness, has not been considered.

5. References

44degNorth. (2024). LUXURY STOCK MANAGEMENT.

Adegeest. (2023). In the name of discretion: How luxury brands offload stock.

Adegeest. (2024). Luxury brands are grappling with billions of euros of unsold inventory.

Anta Callersten, Bianchi, Dodero, Seara, Todescan, & Xu. (2020). A Three-Season Strategy for Fashion and Luxury Retailers.

Ashkenaz. (2021). Recycle or compost: The future of coffee pods.

Barrett, J., Chase, Z., Zhang, J., Banaszak Holl, M. M., Willis, K., Williams, A., Hardesty, B. D., & Wilcox, C. (2020, octubre 5). Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight. CSIRO.

BuyLeatherOnline. (2019). Cost of Leather by the Yard or by the Meter.

Byrne, & De silva. (2015). Progress in separating, recycling cotton and polyester blends.

CADRE Technologies. (2023). RFID VS NFC: COMPARING TWO WAREHOUSE MANAGEMENT TECHNOLOGIES.

Calderón, G. (2018). Generación Z.

cegid. (2023). El futuro del lujo: ¿cuáles son las tendencias actuales?

Chakraborty, Parveen, Chanda, & Aditya. (2020). An insight into the structure, composition and hardness of a biological material: The shell of freshwater mussels.

Chand, S., Chand, S., & Raula, B. (2023, julio 21). Textile and apparel industries waste and its sustainable management approaches.

Chiu, L., & Frost, C. (2024). CES 2024: Color, Material & Finish.

CincoDías. (2022). La generación Z representará el 70% de las compras de las marcas de lujo para 2025.

Classy Leather Bags. (2023). A Detailed Guide on How to Dye Leather.

Cleanfax Staff. (s. f.). The role of pH in cleaning. 2011.

Concord. (2024). How To Dye Leather – From Prep Through Surface Finishing.

Coppola, D. (2022). Distribution of e-commerce average greenhouse gas (GHG) emissions worldwide as of 2020.

Costa de Souza Pinho, Luiz Calmon, Lima Medeiros, Viera, & Bravo. (2023). Wood Waste Management from the Furniture Industry: The Environmental Performances of Recycling, Energy Recovery, and Landfill Treatments.

Cramer-Flood, E. (2021). In global historic first, ecommerce in China will account for more than 50% of retail sales. EMARKETER.

Crespo Garay, C. (2018). ¿Sabes cuáles son los 10 productos más difíciles de reciclar?

Datta, Błażek, Włoch, & Bukowski. (2018). A New Approach to Chemical Recycling of Polyamide 6.6 and Synthesis of Polyurethanes with Recovered Intermediates.

Davis, R. S. (2024). Aramid Recycling: Solving a Tricky Environmental Issue.

De silva, Wang, & Byrne. (2014). Recycling textiles: The use of ionic liquids in the separation of cotton polyester blends.

DeVere. (2024). Laundry. 2024.

Dissanayake, & Weerasinghe. (2021, octubre 22). Fabric Waste Recycling: A Systematic Review of Methods, Applications, and Challenges.

Do All Sawing Products. (2024). Tungsten Carbide Blades.

Dreesmann. (2023). CÓMO LIMPIAR EL CUERO: GUÍA COMPLETA PARA LIMPIAR EL CUERO.

Du Pont. (2024). KEVLAR® ARAMID FIBER TECHNICAL GUIDE.

Dunajko, M. (2023). Navigating the Future: How AI is Revolutionizing Route Optimization in Logistics.

Dupont. (2024). Nomex Fiber—Technical guide.

ECOALF. (2024). +600 TEJIDOS INNOVADORES DESARROLLADOS Y UTILIZADOS DESDE 2009.

Ecochain. (2024). Guide to sustainable product design (2024 Update).

Ehsanur Rashid, Rubel Khan, Ul Haque, & Hasanuzzaman. (2023). Challenges of textile waste composite products and its prospects of recycling.

El Biriane, B. (2020). State-of-the-art review on recycled mussel shell waste in concrete and mortar.

Elite Labels. (2021). RFID & clothing: How technology is quickly changing the landscape of fashion.

Ellen MacArthur Foundation. (2017). THE NEW PLASTICS ECONOMY: RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS & CATALYSING ACTION.

Enciclopedia significados. (2024). Reciclaje.

EQUILIBRIUM. (2020). Gucci Off The Grid.

European Circular Economy Stakeholder Platform. (2024). Siptex: A pioneering textile sorting technology for increased circularity.

European Union Law. (1994). Packaging and packaging waste.

European Union Law. (2008). EU waste management law.

Farma Industria. (2017). El empleo en la industria farmacéutica innovadora.

Ferre Yarns. (2024). Always looking for new and better ways forward.

Ferronato, Nova Pinedo, & Toretta. (2020). Assessment of Used Baby Diapers Composting in Bolivia.

Focus Economics. (2024). Wool Prices.

FRED. (2024). Global price of Cotton.

Gestal. (2024). El textil español seduce al capital: Hilaturas Ferre vende Recover a un fondo de EEUU.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Lavender Law, K. (2017, julio 19). Production, use, and fate of all plastics ever made.

Gravity Wave. (2024). LA AMENAZA QUE SUPONEN LAS REDES DE PESCA PARA EL OCÉANO.

Greenfield, E. (2023). Estrategias de diseño sostenible: Una guía completa. SIGMAEARTH.

Grupo Inditex. (2023). Memoria Anual Grupo Inditex 2023.

Holland, A. (2015). Disperse Dyes for Dyeing and Printing.

Hossein Azarian, & Sutapun. (2022). Biogenic calcium carbonate derived from waste shells for advanced material applications: A review.

Immonen, Metsä-Kortelainen, Nurmio, Tribot, Turpeinen, Mikkelsen, Kalpio, Kaukonieni, & Kangas. (2022). Recycling of 3D Printable Thermoplastic Cellulose-Composite.

INE. (2024a). Encuesta de población activa (EPA).

INE. (2024b). Estadística estructural de empresas: Sector industrial. Año 2022.

Itsubo, Wada, Imai, Myoga, Makino, & Shobatake. (2020). Life Cycle Assessment of the Closed-Loop Recycling of Used Disposable Diapers.

Iždinský, Vidholdová, & Reinprecht. (2020). Particleboards from Recycled Wood.

Jackson. (2023). Is Recycled Leather Redefining Sustainability in Fashion?

Jackson, B. (2024). Can Upcycling Leather Turn Scraps Into Riches? IS IT LEATHER?

Janmark, Magnus, Marcos, & Wiener. (2024). Sustainable style: How fashion can afford and accelerate decarbonization.

Kasavan, S. (2021, julio 7). Global trends of textile waste research from 2005 to 2020 using bibliometric analysis.

Kiron. (2021a). An Overview of Polyester and Polyester Dyeing.

Kiron. (2021b). Kevlar Fiber: Types, Properties, Manufacturing Process and Applications.

Kiron, M. I. (2022). Carding Process in Spinning – An Overview.

Knox. (2023). Chemical Handling Safety in Oil Refineries: Best Practices for Hazardous Materials.

Kuok Ho, D. T. (2023, diciembre 18). State of the Art in Textile Waste Management: A Review. Department of Environmental Science, The University of Arizona.

Kwabena. (2024). 5 Unpleasant Ways Humidity Affects Leather (Plus Fix & Tips).

Lamb. (2021). The Secret to Spinning Silk.

LAPCO FR. (2019). FR Clothing Wash Expectancy—Useful Life.

Le Mouëllic, M., Ventura, A., Heller, K., Loh, A., Roch, R., Spitzbart, J., & Zanotelli, P. (2023). Six Strategies for Designing Sustainable Products. BCG.

Leather Honey. (2024). What Is Bonded Leather? Definition and Care Guide.

Lodha, Song, Park, Choi, Won Lee, Wook Park, & Choi. (2023). Sustainable 3D printing with recycled materials: A review.

Malinverno, Schmutz, Nowack, & Som. (2023). Identifying the needs for a circular workwear textile management – A material flow analysis of workwear textile waste within Swiss Companies.

Manchanda, M. (2024). THE ART AND CRAFT OF LEATHER DYEING: A COMPREHENSIVE GUIDE!

Maritz. (2024). Storing Leather – Best Temperature For Storing Leather.

MaxBotix. (2021). IoT Sensors for Fleet Management.

Metal. (2024). Shredder Blades: Analysis of Classification, Material Selection, Service Life, and Design Techniques.

Molpeceres. (2023). El sector del lujo español ya factura más por «experiencias» que por joyas, bolsos y perfumes.

Moya, C. (2020). Así ha pasado Burberry de quemar 32 millones de euros en ropa a ser una de las firmas más sostenibles.

Muntasir, K. S. (2022). Disperse Dyes – Classification | Properties | Dyeing Mechanism.

Muñoz, A. (2018). Burberry destruye productos por valor de más de 100 millones de euros para «proteger la marca».

Nguyen, Luedtke, Nopens, & Krause. (2023). Production of wood-based panel from recycled wood resource: A literature review.

Nomex. (2024). Product Care Information on Nomex® Garments.

Oceana. (2020, diciembre 15). Amazon's Plastic Problem Revealed.

OECD. (2022, febrero 22). Global Plastics Outlook.

Oliveras Castillo. (2024). Hilaturas Ferré se ajusta: Caída de ventas y cierre de una planta a la espera de la regulación.

Omdena. (2022). Delivery Route Optimization Using Machine Learning in the Logistics Sector.

Omerogullari Basyigit. (2020). Application Technologies for Functional Finishing of Textile Materials.

Opwis, Celik, Benken, Knittel, & Gutmann. (2020). Dyeing of m-Aramid Fibers in Ionic Liquids.

Orientanet. (2024). ¿Cuántas empresas de moda hay en España?

Pamuk, Encan, & Zeynep. (2023). Thermal Characteristics, Mechanical and Comfort Properties of Heat-Protective Textiles.

Parlamento Europeo y Consejo. (2019). DIRECTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.

Petrie, L. (2023). Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain.

Pringle, Rudnicki, & Pearce. (2012). Wood Furniture Waste–Based Recycled 3-D Printing Filament.

Procurement Resources. (2024a). PA6 (Nylon6) Price trend and forecast.

Procurement Resources. (2024b). Polyester (POY) Price trend and forecast.

Profetto, L., Gherardelli, M., & Iadanza, E. (2022). Radio Frequency Identification (RFID) in health care: Where are we? A scoping review.

Puri, K. (2023). AI Route Optimization & Route Planning Guide: How AI Routing Can Transform Route Optimization.

PYMNTS. (2023). Luxury Brands Seek Discreet Ways to Move Goods During Slowdown.

Rahman, M. (2023). Disperse Dyes: Properties, Mechanisms, And Application Methods In Textile Industry.

Recycling inside. (2021). STADLER and TOMRA Deliver the World's First Fully Automated Textile Sorting Plant in Malmö, Sweden.

Reina, C. (2023). ¿Qué tendencias inspirarán a la Generación Z este 2023? md.

Rogers. (2024). What Are Mouse Pads Made Of: Materials and Composition Revealed.

Rout, Nayak, Patnaik, & Nezhad. (2022). Development of Improved Flexural and Impact Performance of Kevlar/Carbon/Glass Fibers Reinforced Polymer Hybrid Composites.

Salinas, J. L. (2021). Moda reciclada de lujo: Una respuesta a la crisis.

SCM Globe. (2020). Zara Clothing Company Supply Chain.

Service Thread. (2015). Materials Science for Industrial Threads and Yarns—Polyester and Nylon.

Shaikhbah. (2023). Silk Fabric Sos: Mastering The Art Of Repairing Damaged Silk.

Shiju, Al-Sagheer, & Ahmad. (2020). Thermal Mechanical Properties of Graphene Nano-Composites with Kevlar-Nomex Copolymer: A Comparison of the Physical and Chemical Interactions.

Stanton. (2024). How to Get Grease Stains Out of Polyester.

Stubbe, Van Vrekhem, Huysman, Tilkin, De Schrijver, & Vanneste. (2024). White Paper on Textile Fibre Recycling Technologies.

SunSirs. (2024). China raw silk spot price.

thedutchladydesigns. (2023). Does Louis Vuitton Have RFID?

Trunk, U., Harding-Rolls, G., Banegas, X., & Urbancic, N. (2021, febrero). Fossil fashion: The hidden reliance of fast fashion on fossil fuels.

UN Trade & Development. (2021). Global e-commerce jumps to \$26.7 trillion, COVID-19 boosts online sales. United Nations.

UniVOOK Chemical. (2024). Dyeing Carrier Innovation of Meta-Aramid Fibers.

UPS. (2020). UPS To Enhance ORION With Continuous Delivery Route Optimization.

Vicky. (2023). Best Temperature for Washing Silk: Garment Preservation.

Vijay, & Narendhirakannan. (2023). Science and Technology of Wool Fibers.

Vision Team. (2019). Linen And Textile Care: A Breakdown Of Lifespans And Wash Cycles.

Wang, & Salmon. (2022). Progress toward Circularity of Polyester and Cotton Textiles.

Weavertextile. (2023). How Do You Dye Aramid Fabric?

Williams. (2024). Exploring The Chemistry Of Reactive Dye And How Does It Work?

Woolmark. (2024a). How to wash wool.

Woolmark. (2024b). Top-making.

Xometry. (2022). 7 Properties of Nylon: Everything you Need to Know.

Yu, Y., & Tang, R. (2024). Dyeing of Tussah Silk with Reactive Dyes: Dye Selection, Dyeing Conditions, Dye Fixation Characteristics, and Comparison with Mulberry Silk.

Zande. (2018). How much does Kevlar® (Aramid) cost?

Zwieglinska, Z. (2023). Fashion brands evolve NFC tag strategies to provide more value, exclusivity.

Índice

1. Introducción.....	5
2. Estado del arte.....	7
2.1. Residuos.....	7
2.2. Normativa.....	11
2.3. Diseño.....	13
3. Propuesta de estudio.....	15
4. Metodología.....	21
4.1. Target.....	21
4.2. Sector.....	24
4.3. Producto.....	27
5. Implantación del modelo de negocio.....	33
5.1. Operaciones.....	33
5.1.1. Recogida de materiales.....	33
5.1.2. Logística y transporte.....	38
5.1.3. Tratamiento y producción.....	40
5.1.4. Empaquetado y envío.....	56
5.2. Mercado.....	58
5.2.1. Cliente.....	58
5.2.2. Tamaño del mercado.....	61
5.3. Análisis económico.....	63
5.3.1. Ventas.....	63
5.3.2. Costes.....	67
6. Resultados.....	73
6.1. Viabilidad del modelo de negocio.....	73
6.2. Riesgos.....	78
7. Conclusiones y trabajos futuros.....	79
8. Bibliografía.....	83
9. Anexo I: Alineamiento del proyecto con los ODS.....	99

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Ciclo de vida de los materiales textiles	7
Ilustración 2: Jerarquía de tratamiento de residuos	12
Ilustración 3: Ejemplos de "iluminación expresiva"	23
Ilustración 4: Ejemplos de colores clásicos y atemporales.....	23
Ilustración 5: Materiales de difícil reciclado usados en ECOALF	26
Ilustración 6: Etapas del ciclo de reciclado	27
Ilustración 7: Ropa de trabajo.....	30
Ilustración 8: Lógica de comunicación en tiendas outlets	36
Ilustración 9: Lógica de recogida de contenedores	38
Ilustración 10: Clasificación y separación.....	42
Ilustración 11: Desmontaje y preparación	44
Ilustración 12: Limpiado y desinfección	46
Ilustración 13: Triturado y desfibrado	49
Ilustración 14: Regeneración de fibras	53
Ilustración 15: Teñido	56
Ilustración 16: Empaquetado	57
Ilustración 17: Proyección de ventas, gastos y beneficios.....	74
Ilustración 18: Beneficios acumulados vs Inversión inicial	76
Ilustración 19: Cadena de valor	77

Índice de tablas

Tabla 1: Ventas retail por país por año.....	10
Tabla 2: Análisis de demanda - Cliente 1	60
Tabla 3: Análisis de demanda - Cliente 2	61
Tabla 4: Proyecciones ventas.....	67
Tabla 5: Maquinaria necesaria en la inversión inicial	69
Tabla 6: Proyección ventas en toneladas	70
Tabla 7: Proyección de costes variables	71
Tabla 8: Costes fijos anuales	72
Tabla 9: Proyección de beneficios anuales	73

1. Introducción

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la viabilidad de un modelo de negocio que utilice residuos textiles y/o de madera para la producción de materiales que serán utilizados en otras industrias. Se tratará de estudiar los resultados de la implantación de un modelo de negocio que, pese a que contemple toda la cadena de valor en su conjunto, se centre en la parte que atañe al alcance de este trabajo: los procesos industriales. Es por ello por lo que, aunque se tenga en mente la idea de aportar valor al cliente final, el alcance de este trabajo está limitado al estudio de la viabilidad de la implantación del modelo de negocio que tenga como objetivo la venta de materiales o complementos a otras industrias. Es decir, aunque se limita el alcance del presente trabajo al estudio de la viabilidad de un negocio B2B (de empresa a empresa), será importante el estudio del consumidor final para poder alinear todas las operaciones con el objetivo de aportar el máximo valor posible a dicho *target*.

Para lograr dicho objetivo, será necesario un estudio del contexto del estado del arte en el que se enmarca el potencial modelo de negocio. Para ello, en el segundo capítulo del presente trabajo se analizarán el origen y la composición de los residuos provenientes de la industria del retail, packaging, e-commerce, textil y mobiliario. Después se pasará a estudiar el marco legal y normativo actual de la unión europea en lo referente a los residuos y al reciclaje. Por último, se explicarán distintos métodos o buenas prácticas de diseño. Con el análisis de estos tres componentes (residuos, marco legal y técnicas de diseño), se podrá entender el contexto en el cual se buscarán las distintas oportunidades de negocio.

Una vez entendido dicho contexto, en el tercer capítulo del trabajo se podrá pasar al estudio de las distintas propuestas de modelos de negocio. Habiendo comprendido el marco legal, la procedencia y composición de los residuos y las buenas prácticas en diseño, se podrán identificar distintas oportunidades de negocio. Tras en análisis de varias propuestas de ideas que cubran las potenciales oportunidades, se pasará a elegir aquel modelo de negocio que, en un análisis preliminar, parezca más viable y proyecte un mayor impacto en el ecosistema.

Una vez elegida la oportunidad a cubrir, o lo que es lo mismo la idea de negocio a desarrollar, durante el cuarto capítulo del presente trabajo se hará un estudio del cliente final (*target*) al que se oriente dicha idea, el sector en el que se sitúa y el producto que se pretende desarrollar. El objetivo de este análisis será detallar y matizar aspectos relevantes del modelo de negocio antes de su implementación. De esta forma se podrán concretar aspectos como operaciones, fuentes de materias primas, competidores y enfoque del negocio de una forma más detallada. Una vez se seleccionen, maticen y especifiquen estos aspectos, se pasará a la implementación del modelo de negocio.

En el quinto capítulo del presente trabajo, durante la implementación del modelo de negocio, se tratará de analizar el desarrollo de las operaciones, el mercado al que se planea vender y el estudio financiero del negocio. De esta forma, se desarrollarán los procesos y operaciones a llevar a cabo, se seleccionarán las tecnologías a utilizar y se comprobará la viabilidad de suministros. Así mismo, se calculará el tamaño del mercado y se hará un análisis de competidores y ventajas diferenciales para poder estimar que

parte del mercado se conseguirá capturar. Por último, se detallará la estructura de costes y la previsión de ventas esperadas durante la implementación del negocio.

Bajo la luz del análisis de implementación del negocio, se podrá determinar si dicho modelo es viable desde un punto de vista operacional, tecnológico y económico. Para ello se mostrarán los resultados del plan de implantación del modelo de negocio y se extraerán las conclusiones que permitan la consecución del objetivo del presente trabajo, el cual es determinar la viabilidad de dicho negocio. Aparte de determinar la viabilidad del modelo de negocio, también se estudiará el nivel de atractivo de los resultados, así como los riesgos asociados a dicho modelo. De esta forma, no solo se podrá contestar a la pregunta de si es viable, si no que se podrá determinar si además resultaría atractivo de implementar

2. Estado del arte

Esta sección del trabajo tiene como objetivo el estudio del estado del arte de residuos, criterios de diseño y normativa. El estudio de estos elementos resulta fundamental en el desarrollo del presente trabajo ya que, solo entendiendo la realidad, origen y composición de los residuos, así como los criterios de diseño más convenientes y la normativa a la que debemos acogernos, se podrá desarrollar un modelo de negocio coherente con la realidad del contexto europeo. Por último, se expondrá un caso real de una gran corporación que, haciendo un análisis similar, ha desarrollado varias iniciativas de economía circular dentro del paraguas de operaciones de la compañía.

Primeramente, se procederá a realizar un análisis detallado de los residuos de la industria textil, *packaging*, *retail*, *e-commerce* y mobiliario. El objetivo será comprender cómo y por qué se originan estos residuos, así como cuál es su composición.

2.1. Residuos

En lo referente a la industria textil (Kuok Ho, 2023), los residuos se originan a lo largo de las distintas etapas del proceso de producción, confección y consumo de las prendas. Para poder comprender el impacto de los residuos generados en la industria textil, es necesaria la comprensión de la cadena de suministros típica de esta industria, la cual se ve reflejada en la siguiente ilustración: provisión de materia prima, preparación de la fibra con la que posteriormente se prepara y tiñe el hilo, confección de la prenda, distribución en tiendas (*retail*) o envío a domicilio (*e-commerce*), uso de la prenda y, finalmente, recolección de la prenda una vez finalizada su vida útil.

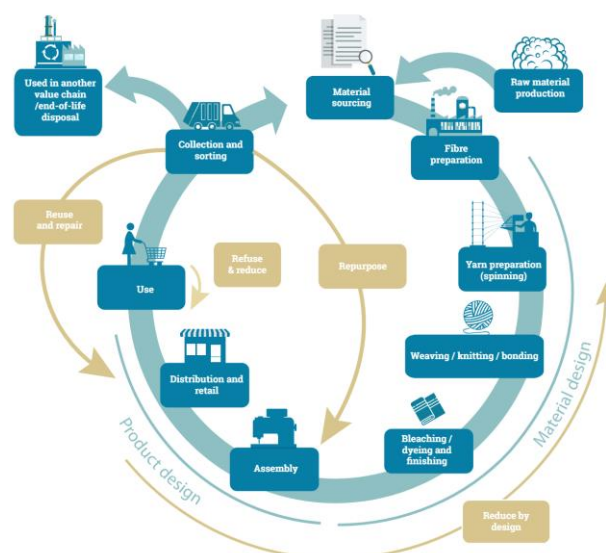


Ilustración 1: Ciclo de vida de los materiales textiles

La generación de residuos durante estos procesos incluye cortes de tejidos de diferentes tamaños, residuos generados por el uso de productos químicos, usados especialmente en las fases de teñido y acabado de la ropa, y los materiales de embalaje usados para

transportar y, finalmente, presentar los productos. Además, los desperdicios de producción, las prendas defectuosas y el exceso de inventario, contribuyen significativamente a la generación de residuos en esta industria (Kasavan, 2021).

Un factor característico de esta industria es la existencia de residuos debido al consumo y desecho de las prendas, debido a la rápida obsolescencia intrínseca a la industria de la moda. Este factor es aún más determinante en la denominada “*fast fashion*”, segmento que incluye a todas aquellas marcas focalizadas en la rápida producción de prendas en grandes cantidades, tratando así de seguir el ritmo de las temporadas y de las tendencias en constante cambio, capturando de esta forma la mayor demanda posible en cada momento del año. El impacto del crecimiento de la industria de “*fast fashion*” es evidente: la cantidad de prendas producidas actualmente se ha duplicado desde el año 2.000, los consumidores compran hoy un 60% más de ropa y la industria de la moda es responsable del 10% de las emisiones mundiales de carbono, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Petrie, 2023).

Como se ha mencionado, en la industria textil, los residuos se componen principalmente de restos de productos como recortes de tela e hilos, fibras textiles naturales y sintéticas, productos químicos utilizados en procesos de teñido y acabado, y plásticos provenientes de envases y embalajes. Adicionalmente, para mantener bajo el precio de producción, las prendas de moda rápida se fabrican con materiales como el poliéster, fibra sintética fabricada a partir del petróleo. De hecho, la producción de fibras sintéticas para la industria textil representa el 1,35% del consumo global de petróleo, la cual representa una cantidad mayor al consumo anual de España de petróleo. Adicionalmente, la tendencia de fabricar prendas con materiales sintéticos de fuentes no renovables es creciente, esperando un crecimiento en la producción de este tipo de materiales de aproximadamente el 70% para 2030, representando el poliéster el 85% de ese crecimiento. Dicho de otra forma, en menos de 10 años, tres cuartas partes de los textiles serán producidos a partir de combustibles fósiles (Trunk et al., 2021).

En la gestión de residuos textiles, un área importante, pero a menudo pasada por alto es la relativa a la ropa de trabajo especializada, como los monos de obra, batas de laboratorio, ropa de trabajadores de la industria química, de refinerías de petróleo y de mineros. Estos tipos de ropa generan residuos textiles específicos debido a su naturaleza y uso intensivo. Según un estudio reciente sobre la gestión de residuos textiles de ropa de trabajo en Suiza, se ha identificado que la ropa de trabajo tiene un alto potencial para la circularidad debido a su calidad y cantidad uniforme de material. El análisis de flujo de materiales en ocho empresas suizas reveló que, en promedio, se adquieren tan solo 1.6 kg de ropa de trabajo por trabajador al año. De estos, 0.6 kg se reutilizan, 0.7 kg se incineran y solo 0.3 kg se reciclan. La composición predominante de estos textiles es de materiales mixtos, principalmente mezclas de poliéster y algodón, seguidos de materiales naturales y sintéticos (Malinverno et al., 2023).

Definitivamente, la industria de la moda es una de las más contaminantes del panorama industrial internacional y, lo que es más preocupante, es que con menos del 1% de las prendas siendo recicladas para crear nuevos productos, es evidente que no existen suficientes iniciativas que aprovechen estos materiales desde una perspectiva de modelo de negocio circular.

Por otro lado, en el sector del *packaging* los residuos se originan principalmente en la producción, transporte y consumo de productos envasados. Esto incluye envases de productos alimenticios, bebidas, productos farmacéuticos, embalajes de transporte, y envases de venta al por menor, como bolsas. Envases de un solo uso, como botellas desechables o envases de comida rápida, representan una porción considerable de los residuos generados (Dissanayake & Weerasinghe, 2021). Estos residuos del sector del *packaging* se conforman principalmente de plásticos como PET, PE, PP y PS, cartón y papel, vidrio, metal (como el caso de las latas), y materiales mixtos como los envases tetrabrik, que presentan una composición compleja que conlleva dificultades para el reciclado (Chand et al., 2023).

Pese a que el *packaging* es un elemento clave en la cadena de valor de muchas industrias, representa uno de los sectores más contaminantes. Los efectos de esta masiva producción de embalaje son, entre otros, la cantidad de micro plásticos que contaminan los océanos, la cual se estima en unos 14 millones de toneladas de plásticos asentados en el lecho marino, según un estudio llevado a cabo por la Organización de Investigación Científica e Industrial de Commonwealth (CSIRO). Esta cantidad de micro plásticos en los océanos supone una cantidad 25 veces mayor de lo pensado por estudios previos. La industria del *packaging* es la principal responsable de verter unos 8 millones de toneladas de plástico cada año, las cuales se descomponen en partículas de micro plásticos que son finalmente ingeridas por peces y, lo que es más grave, plancton, el cual forma la base fundamental de la cadena alimentaria marina (Barrett et al., 2020).

Adicionalmente, otra problemática añadida de los plásticos usados en el *packaging* es la procedencia de los materiales, ya que en la mayoría de los casos se utilizan plásticos que provienen de fuentes no renovables. Estos plásticos tienen una huella de carbono significativa, y su fabricación representa el 3,4% de la emisión global de gases de efecto invernadero (OECD, 2022). Otra problemática de los plásticos es su lenta descomposición, estimándose que el 80% de todos los plásticos creados en la historia todavía siguen presentes en el ecosistema terrestre o marino (Geyer et al., 2017). Pese a los esfuerzos realizados, la fundación Ellen MacArthur estima que tan solo el 14% de los plásticos procedentes de *packaging* es recogido de nuevo y tan solo una pequeña parte de ellos son finalmente reciclados (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

En lo respectivo a la industria del *retail*, esta genera residuos principalmente a través de los envases de productos, envoltorios, bolsas de compra, etiquetas, productos devueltos y productos no vendidos. Los principales tipos de materiales encontrados en los residuos son plásticos (como polietileno, polipropileno y PVC), papel, cartón, telas y residuos electrónicos.

Dentro del *retail*, la cadena de valor del *e-commerce* tiene un mayor énfasis en embalajes y envío. Los materiales utilizados para proteger el producto durante el transporte contribuyen significativamente a la generación de residuos dentro de esta industria. Estos residuos están generalmente compuestos por materiales de relleno de embalaje como espumas de poliestireno, almohadas de aire, papel de relleno, cartón, plástico y papel. En concreto, según el World Economic Forum, los embalajes del *e-commerce* son responsables de 165 mil millones de envoltorios o paquetes al año.

Empresas como Amazon, han llegado a generar 465 millones de libras de residuos plásticos mediante 7 mil millones de envíos tan solo en 2019 (Oceana, 2020).

Los efectos del *e-commerce* no son solo los relacionados con el *packaging* (como se ha explicado previamente), sino también los relacionados con las emisiones de carbono por el constante transporte de bienes y productos entre almacenes y consumidores finales. Esta cadena de suministros tan compleja que va desde la entrega de materia prima de los proveedores hasta la entrega de última milla al consumidor final es responsable de grandes emisiones de carbono, las cuales en el *retail* “clásico” son menores debido a que es el consumidor el que se acerca a la tienda a comprar y no es necesario un envío diferente por cada venta. Esto se ve reflejado en las emisiones de efecto invernadero, el 37% de las cuales se debió al envío y la devolución de compras online en 2020 (Coppola, 2022).

El COVID-19 ha servido de catalizador del crecimiento de la industria del *e-commerce*, llegándose a un récord de tráfico en internet en webs de comercios, con 22 mil millones de visitas mensuales y alcanzando ventas récord de 26,7 mil millones de dólares americanos durante el mes de junio de 2020 (UN Trade & Development, 2021). La tendencia del *e-commerce* ha continuado después de la pandemia, con más de la mitad de las ventas de comercios en China siendo online en 2021 (Cramer-Flood, 2021). En definitiva, y tal y como se puede ver en la siguiente tabla, cada vez una mayor parte de las ventas se hacen mediante internet con envío a domicilio.

Economy	Online retail sales (\$ billions)			Retail sales (\$ billions)			Online share (% of retail sales)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Australia	13.5	14.4	22.9	239	229	242	5.6	6.3	9.4
Canada	13.9	16.5	28.1	467	462	452	3.0	3.6	6.2
China	1,060.4	1,233.6	1,414.3	5,755	5,957	5,681	18.4	20.7	24.9
Korea (Rep.)	76.8	84.3	104.4	423	406	403	18.2	20.8	25.9
Singapore	1.6	1.9	3.2	34	32	27	4.7	5.9	11.7
United Kingdom	84.0	89.0	130.6	565	564	560	14.9	15.8	23.3
United States	519.6	598.0	791.7	5,269	5,452	5,638	9.9	11.0	14.0
Economies above	1,770	2,038	2,495	12,752	13,102	13,003	14	16	19

Tabla 1: Ventas retail por país por año

Por último, en la industria del mueble, los residuos de madera son un subproducto significativo generado en varias etapas del proceso de fabricación y al final de la vida útil de los muebles. Estos residuos incluyen tanto restos de producción como productos desechados.

En primer lugar, los residuos de madera en la fabricación de muebles provienen principalmente de los procesos de corte, lijado y ensamblaje. Durante la producción, se generan residuos en forma de recortes, virutas, serrín y polvo de madera. Con el

objetivo de poner en perspectiva la cantidad de residuos creados por esta industria, se analiza el caso de Brasil, uno de los mayores productores mundiales de muebles, el cual genera aproximadamente 30 millones de toneladas de residuos de madera anualmente (Costa de Souza Pinho et al., 2023). Además, cuando los muebles llegan al final de su vida útil, generan residuos adicionales. Estos muebles desechados pueden estar compuestos por madera sólida o paneles de madera, como MDF (tablero de fibra de densidad media) y MDP (tablero de partículas de densidad media), que a menudo están impregnados con resinas y otros productos químicos. La composición de estos residuos es variada, incluyendo tanto madera pura como materiales compuestos que pueden complicar el proceso de reciclaje (Pringle et al., 2012).

Pese a ello, estudios han mostrado que estos residuos de madera pueden ser reutilizados en la producción de nuevos productos. Por ejemplo, los residuos de madera pueden ser transformados en tableros de partículas y tableros de fibra (MDF). Esto no solo reduce la necesidad de materias primas vírgenes, sino que también contribuye a la economía circular, al darle una segunda vida a los residuos. Además, la producción de MDF a partir de residuos de madera tiene beneficios ambientales significativos. Un metro cúbico de MDF puede almacenar hasta 1080 kg de CO₂. Este proceso de almacenamiento de carbono implica que, en lugar de liberar CO₂ al medio ambiente, la producción de MDF ayuda a retenerlo, resultando en un impacto neto positivo en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (Costa de Souza Pinho et al., 2023).

2.2. Normativa

Una vez analizada la realidad del origen y generación de los residuos en las industriales del textil, *packaging*, *retail*, *e-commerce* y mobiliario, se procede a estudiar el contexto legal y normativo, con especial foco en la normativa europea. En Europa, la gestión de residuos está regulada por diversas directivas y normativas que establecen objetivos de reciclaje y reducción de residuos. Estas normativas han sufrido una constante evolución, con el objetivo de adaptarse a las necesidades ambientales y promover prácticas más sostenibles.

La Directiva 2008/98/EC, llamada “*Waste Framework Directive*”, es la piedra angular de la política de gestión de residuos en la Unión Europea. Introducida en 2008, esta directiva establece una jerarquía de tratamiento de residuos que prioriza la prevención, seguida de la reutilización, el reciclaje, otras formas de recuperación, como por ejemplo la recuperación de la energía, y, finalmente, la eliminación como último recurso. Además, la directiva introduce el principio de “quien contamina, paga” y la responsabilidad extendida del productor, obligando a los productores a cubrir con los gastos y costes de la gestión de residuos relativas a sus productos (European Union Law, 2008). Dicha jerarquía, puede ser vista en la siguiente ilustración.



Ilustración 2: Jerarquía de tratamiento de residuos

Esta directiva 2008/98/EC ha sido revisada en numerosas ocasiones desde su creación en 2008, con el fin de fortalecer su impacto y adecuarlo a las tecnologías y al contexto actual. La revisión que se llevó a cabo en 2018 incluyó medidas para promover modelos de producción y consumo responsables, así como la inclusión de unos requisitos mínimos operativos para los productores, las cuales obligan a los productores a financiar y gestionar la recolección y tratamiento de los residuos generados por sus productos.

En 2023, se propuso una enmienda nueva focalizada en la gestión de residuos textiles. Esta revisión, la cual se encuentra todavía en fase de propuesta y está pendiente de implementación, se centra en la obligación de recogida separada de textiles para 2025, aumentando así el reciclaje y reutilización de textiles. Dicha revisión forma parte de la Estrategia Textil de la Unión Europea, la cual hace hincapié en la presencia de sustancias químicas peligrosas en los productos textiles, y llama a los fabricantes a asumir la responsabilidad de sus productos a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta revisión de la directiva “*Waste Framework*” supone un reto relevante para las compañías del sector textil, ya que implica inversiones significativas en infraestructura que hagan posible la recogida de los productos al final de su vida útil, así como el adecuado tratamiento para aquellas que hayan sido contaminadas por químicos (European Union Law, 2008).

Por otro lado, en 1994 se adoptó la Directiva 94/62/EC, llamada “*Packaging and packaging waste Directive*”. Esta directiva tiene como objetivo reducir el impacto ambiental de los envases y promover su reciclaje y reutilización después de la vida útil de los mismos. Dicha directiva establece objetivos concretos como el nivel de reciclaje del 65% para 2025 y del 75% para el 20230. Está normativa fue también actualizada en 2018, momento en el cual se introdujeron nuevas enmiendas con el objetivo de reforzar medidas de prevención y promover la reutilización y reciclaje de los envases (European Union Law, 1994).

Posteriormente, en noviembre de 2022, la Comisión Europea propuso la revisión de esta directiva para alinearla con los objetivos del Pacto Verde Europeo y el nuevo plan de acción para la economía circular. La revisión busca asegurar que todos los envases en el mercado de la Unión Europea sean reutilizables o reciclables de manera

económicamente viable para 2030, estableciendo medidas clave como objetivos de reducción de residuos de envases, restricciones al sobre empaquetado, y la implementación de sistemas de retorno de depósitos para botellas de plástico y latas de aluminio.

Por último, introducida en 2019, la Directiva 2019/904 sobre la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente, también llamada “Directiva de plásticos de un solo uso”, tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos marinos proveniente de estos productos. La directiva establece restricciones y prohibiciones sobre el uso de ciertos plásticos de un solo uso y obliga a los estados miembros a tomar medidas para reducir el consumo de productos plásticos específicos. Por ejemplo, en 2024, todos los tapones y tapas de plástico deben estar unidos a los recipientes durante su uso (Parlamento Europeo y Consejo, 2019)

2.3. Diseño

En lo que respecta a los modelos de diseño, estos varían según el público objetivo al que se quiera enfocar un producto, y se desarrollarán en detalle en la sección 4 del presente trabajo. No obstante, hay una serie de características y buenas prácticas generales a considerar en el momento del diseño de un producto, independientemente del público al que se enfoque el producto final.

En primer lugar, el diseño de productos puede aportar valor al mejorar la estética, funcionalidad y experiencia del usuario, diferenciando un producto en el mercado y aumentando su atractivo para los consumidores. Por ejemplo, un diseño eficiente puede influir en la eficiencia y sostenibilidad de la fabricación, reduciendo el desperdicio de materiales y recursos, mejorando la calidad y disminuyendo costes de producción. Además, el valor que aporta el diseño puede ser económico, social, medioambiental o relativo a la experiencia del usuario.

Económicamente, un buen diseño puede reducir costes de producción debido a una mayor eficiencia y aumentar las ventas gracias a un mayor atractivo y una propuesta de valor superior para el cliente final. Socialmente, un diseño bien pensado puede mejorar la seguridad y ergonomía, proporcionando así beneficios tanto a los trabajadores como a los usuarios del producto. Desde una perspectiva medioambiental, un diseño sostenible puede reducir el impacto ambiental al minimizar el uso de recursos y la generación de residuos. En este sentido, la integración de principios de ecodiseño, que se centran en reducir el impacto ambiental en cada etapa del ciclo de vida del producto, es crucial. Estos criterios de diseño están basados en la mitigación del impacto medioambiental del producto a lo largo de todo su ciclo de vida: origen, operaciones y fabricación, uso y final de su vida útil. El enfoque del ecodiseño promueve productos que sean eficientes en el uso de energía, tengan una vida útil más larga y utilicen materiales reciclados en lugar de materias primas primarias (Le Mouëllic et al., 2023).

Por otro lado, en términos de experiencia del usuario, un diseño centrado en el usuario puede mejorar significativamente la satisfacción y lealtad del cliente. Este tipo de diseño no solo se enfoca en la funcionalidad del producto, sino también en cómo el

producto se integra en la vida diaria del usuario, mejorando la usabilidad y facilitando una mayor experiencia de uso para el cliente.

En la práctica, varios *frameworks* de diseño sostenible guían a los diseñadores en la creación de productos que no solo satisfacen las necesidades del mercado, sino que también promueven la sostenibilidad. Por ejemplo, el *Design for Sustainability* abarca la mejora sostenible del producto aplicando elementos del pensamiento de ciclo de vida, incluyendo preocupaciones económicas y sociales además de las ambientales (Greenfield, 2023). Asimismo, el *circular design*, promovido por la Fundación Ellen MacArthur, busca crear productos que no generen residuos y mantengan los materiales en uso. Los productos diseñados bajo este enfoque son fáciles de desensamblar, reutilizar o reciclar, contribuyendo a un sistema económico cerrado donde nada se desperdicia (Ecochain, 2024).

Por último, se procede a estudiar como todo este contexto actual respectivo a los residuos, normativa y buenas prácticas de diseño, influyen a las iniciativas de grandes compañías de la industria textil y retail como es el Grupo Inditex.

Inditex (Grupo Inditex, 2023) es reconocida por sus esfuerzos en sostenibilidad y economía circular, utilizando residuos textiles para fabricar nuevas prendas y productos. La compañía española ha invertido en tecnologías de reciclaje disruptivas y ha lanzado plataformas como Pre-Owned en el Reino Unido, que ofrecen servicios de reparación, compraventa entre particulares y donación de prendas, contribuyendo a la reducción de residuos y al consumo de nuevas materias primas. Por otro lado, Inditex colabora con *start-ups* para lanzar colecciones utilizando materiales reciclados y ha firmado compromisos con empresas como Infinite Fiber, compañía que transforma residuos textiles en nuevas fibras recicladas de alta calidad. Proyectos como el de Stradivarius, que reutiliza productos de temporadas pasadas para crear un modelo de pantalón 100% reciclado, y la colaboración con BASF para desarrollar materiales a partir de residuos de neumáticos y agrícolas, son ejemplos de su enfoque en economía circular.

Estas iniciativas reflejan el compromiso de Inditex con la sostenibilidad y su alineación con las tendencias y regulaciones europeas. La empresa planea usar fibras de bajo impacto para el 100% de sus productos textiles para 2030 y reducir sus emisiones en un 50% para 2030, con el objetivo de alcanzar cero emisiones netas para 2040. El Sustainability Innovation Hub (SIH) y sus colaboraciones con más de 350 *start-ups* destacan su compromiso con la innovación sostenible. Además, Inditex trabaja en la restauración y conservación de ecosistemas a través de proyectos con WWF, demostrando su enfoque integral hacia la sostenibilidad.

En definitiva, las iniciativas de Inditex integran principios de economía circular y sostenibilidad, posicionando a la empresa como líder en la transformación sostenible de la industria textil, del *retail* y del *e-commerce*.

3. Propuesta de estudio

Tras establecer un marco comprensivo sobre el estado actual del reciclaje de los residuos de textiles y madera, las normativas europeas al respecto y las buenas prácticas de diseño sostenible, en esta sección se pasará a evaluar distintas ideas de negocio que se pueden llevar a cabo dentro del ecosistema del reciclado.

Tras un análisis preliminar de las distintas oportunidades que encontramos en el ecosistema, son cuatro las ideas que se van a evaluar. El objetivo será, a la luz de las conclusiones del análisis de las cuatro ideas originales, decidir qué oportunidad de negocio es la más conveniente para desarrollar en el presente trabajo.

La primera de las oportunidades de modelo de negocio dentro del ecosistema del reciclaje con residuos de textil y madera es la fabricación de muebles a partir de materiales reciclados conglomerados. De esta forma, se podrán fabricar muebles con madera reciclada, proveniente de muebles antiguos que hayan finalizado su vida útil, en el producto final. Este enfoque no solo reduce la demanda de recursos vírgenes, sino que también minimiza los residuos al final de la vida útil del producto, contribuyendo de manera significativa a la sostenibilidad ambiental.

El principal mercado objetivo son los estudiantes universitarios que necesitan amueblar sus pisos de manera económica y frecuente. Los estudiantes suelen tener un presupuesto limitado y requieren muebles que puedan tirar, devolver o reciclar al mudarse. La empresa ofrecerá incentivos económicos para la devolución de muebles, asegurando así un suministro constante de material reciclable. De esta forma se dará una solución a dos problemas presentes en el mercado *target*: la necesidad de comprar muebles económicos de calidad y la necesidad de monetizar los muebles una vez los estudiantes deciden abandonar el inmueble.

De esta forma, este modelo de negocio no solo aborda la necesidad de muebles asequibles y ecológicos, sino que también contribuye a la gestión sostenible de los recursos y la reducción de residuos en las ciudades. La implementación de este modelo puede tener un impacto significativo en la reducción de la demanda de recursos vírgenes y en la minimización de residuos, contribuyendo a la creación de un entorno más sostenible y responsable.

Como se procederá a desarrollar en los próximos párrafos, estudiando la viabilidad técnica de la fabricación de muebles con un 100% de madera reciclada, se llega a la conclusión de que no es posible. Para garantizar una calidad aceptable en el producto final, será necesario incluir hasta un 30% de madera virgen en el proceso de fabricación.

El hecho de limitar al 70% el uso de madera reciclada en el producto final se debe a factores técnicos y de calidad, para asegurar la durabilidad y funcionalidad del producto. El racional detrás de esta decisión es que la madera reciclada, pese a ser beneficiosa desde el punto de vista ecológico, puede haber sufrido degradación durante su uso anterior, afectando notablemente a sus propiedades mecánicas (Costa de Souza Pinho et al., 2023). La inclusión de hasta un 30% de madera virgen ayuda a mantener los estándares de calidad necesarios para asegurar que el mueble pueda soportar un uso diario sin comprometer su integridad estructural (Nguyen et al., 2023). Según varios estudios, los productos fabricados únicamente con madera reciclada pueden

experimentar mayor hinchazón y contracción debido a la variabilidad en la composición y el procesamiento previo. La adición de madera virgen contribuye a mejorar la estabilidad dimensional, reduciendo la susceptibilidad a deformaciones (Iždinský et al., 2020).

Asimismo, aparte de las propiedades físicas y mecánicas, hay otros motivos que argumentan la dificultad de viabilidad en la fabricación de muebles de madera completamente reciclados, como el control de contaminantes. La madera reciclada puede contener contaminantes como pinturas, adhesivos y tratamientos químicos, pudiendo comprometer la calidad del producto final (Iždinský et al., 2020). La solución, una vez más, pasa por mezclar ese material reciclado con madera virgen, diluyendo así los contaminantes y minimizando los efectos negativos de estos en seguridad y calidad.

Otra complicación técnica del uso total de madera reciclada es la dificultad de tratar dicho material en la fabricación de un nuevo mueble. La dificultad proviene de la falta de efectividad que pueden presentar los adhesivos en la madera reciclada. Esto se debe a la presencia de adhesivos antiguos o tratamientos superficiales que dicha madera haya podido sufrir durante su vida anterior (Nguyen et al., 2023). El uso de madera virgen en el proceso de fabricación garantiza una vez más que se tenga una mejor adhesión y cohesión en el mueble final.

Por último, y tratándose el público objetivo de un segmento joven de la población, las cuestiones estéticas son relevantes. En este sentido, la madera virgen proporciona, una vez más, una textura y apariencia difícil de conseguir con madera reciclada. Esto se debe a la naturaleza del origen de los materiales reciclados, los cuales presentan variaciones en color y textura (Nguyen et al., 2023). Solo mediante la mezcla de madera virgen y reciclada, se consigue alcanzar un equilibrio entre sostenibilidad y estética que resulte atractivo para el consumidor final.

Otra oportunidad de modelo de negocio es en la utilización de recortes de piel y otros materiales sobrantes generados durante la confección de bolsos a mano para crear pequeños complementos exclusivos para los clientes. Este enfoque no solo reutiliza los residuos de fabricación, sino que también añade valor al cliente al ofrecer productos únicos y personalizados. Esta estrategia se alinea con la tendencia de la Generación Z hacia el lujo exclusivo y la concienciación social sobre la gestión de residuos.

Las principales ventajas de este modelo de negocio es el atractivo que presenta tanto para las empresas que proporcionarían los suministros de material en forma de recortes de cuero de calidad, como para el consumidor final que podría tener la oportunidad de comprar complementos de cuero de calidad de origen reciclado. Desde la perspectiva de la compañía de lujo que fabrica muebles, el hecho de desperdiciar recortes de cuero de calidad es asumir el coste de oportunidad de un material caro y de calidad. Es por ello, por lo que ofrecerles una solución a estas compañías para monetizar sus recursos y mejorar así su margen operacional, supone una atractiva oportunidad que podría ayudar a este modelo a encontrar proveedores de suministros de forma fácil.

A pesar de las ventajas inherentes a este modelo de negocio, es esencial considerar sus limitaciones en términos de escalabilidad y viabilidad. La cantidad de material de alta calidad disponible en los recortes de piel es relativamente pequeña en comparación con

las necesidades de producción a gran escala. Esto implica que la producción de complementos exclusivos a partir de estos recortes es limitada por naturaleza. Aunque la reutilización de materiales como el cuero para la producción de nuevos productos es positiva desde el punto de vista medioambiental, el impacto que puede generar es directamente proporcional a la cantidad de residuos a la que se puede tener acceso. En el caso de la manufactura de los bolsos de cuero del segmento del lujo, estos residuos son, como se ha mencionado, limitados. Es por ello por lo que este modelo de negocio es especialmente sensible a dos de los riesgos más comunes del *upcycling*, como son la limitación de suministros y la falta de escalabilidad (Jackson, 2024).

Además, teniendo en cuenta que la fabricación de bolsos de cuero de alta calidad es, en la mayoría de los casos, procesos manuales, la recolección y el procesamiento de estos materiales pueden lógicamente complicados, lo cual podría reducir la eficiencia y aumentar los costes operativos. Los modelos de negocio basados en *upcycling* requieren tiempo y esfuerzo desde un punto de vista operativo, especialmente en comparación con procesos de fabricación tradicionales (Jackson, 2024). Esto se debe a la complejidad de recoger, clasificar, limpiar y reelaborar materiales a mano. Estos pasos adicionales suponen en el modelo de negocio una desventaja en términos de tiempo y costes.

La tercera idea de negocio que se ha explorado se basa en utilizar materiales de difícil reciclado para crear artículos de lujo como cinturones, carteras y fundas. Este modelo de negocio tiene el potencial de eliminar grandes cantidades de residuos de difícil tratamiento al transformar materiales que de otro modo serían desechados sin una segunda vida útil.

Desde un punto de vista técnico, el modelo de negocio basado en la reutilización de materiales de difícil reciclado presenta significativas oportunidades y retos. La principal ventaja radica en la capacidad de dar una segunda vida a materiales difíciles de reciclar, esencial en el contexto de una economía circular y la creciente demanda de prácticas sostenibles en todas las industrias, incluida la de lujo. La gestión de estos residuos no solo disminuye la carga ambiental, sino que también puede reducir costes de materias primas y mejorar la percepción de la marca ante consumidores conscientes del medio ambiente. Además, la innovación en tecnologías de reciclaje puede transformar estos residuos en productos de alto valor añadido, lo cual es crucial en mercados exigentes, como son los que tiene por *target* a la generación Z.

Uno de los mayores retos presentes en esta idea de negocio es la correcta selección de los materiales a reciclar. La viabilidad logística y la escalabilidad del modelo dependen en gran medida de la capacidad de recolectar, clasificar y procesar estos materiales de manera eficiente. La logística y gestión de residuos textiles, por ejemplo, requieren sistemas de recogida y clasificación optimizados, así como tecnologías avanzadas para la recuperación y reciclaje de fibras textiles. La implementación de estas tecnologías es crucial para asegurar que los materiales reciclados mantengan la calidad necesaria para su reutilización en productos de lujo. Según investigaciones recientes, los métodos de clasificación automatizada y las técnicas de regeneración de fibras son esenciales para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de reciclaje (Ehsanur Rashid et al., 2023). Además, los materiales reciclados deben cumplir con los estándares de calidad exigidos por el mercado de lujo, lo cual puede representar un desafío adicional. Las expectativas

de los consumidores de lujo son extremadamente altas en términos de calidad, durabilidad y estética, y cualquier defecto percibido en los productos reciclados podría afectar negativamente su aceptación en el mercado. Por ello, elegir un material de difícil reciclado que se ajuste a esta necesidad resulta fundamental.

Otro reto importante es la necesidad de desarrollar un mercado para estos productos reciclados. Aunque los consumidores muestran una creciente preocupación por la sostenibilidad, la aceptación de productos de lujo hechos con materiales reciclados no es universal. Los consumidores de productos de lujo valoran aspectos como la exclusividad, la calidad y la estética, y pueden ser reticentes a aceptar productos reciclados si perciben que estos comprometen estas cualidades. En definitiva, la percepción de valor en los productos de lujo está fuertemente influenciada por la percepción de exclusividad y calidad, características que deberán ser mantenidas en productos con origen reciclado para garantizar así su exitosa recepción por parte del mercado.

La última idea de negocio es la relativa a utilizar cáscaras de huevo y mejillones para fabricar muebles y accesorios de lujo con acabados similares a la piedra. Este modelo de negocio busca transformar residuos de difícil reciclaje en productos de alta gama, alineándose con las tendencias actuales de moda y diseño sostenible.

El proceso comienza con la recolección de cáscaras de huevo y conchas de mejillón, residuos generados en grandes cantidades por las industrias alimentarias. Estos materiales, ricos en carbonato de calcio, se procesan para crear un compuesto que imita la apariencia y textura de la piedra (Chakraborty et al., 2020). Este compuesto se puede aplicar en la fabricación de joyeros, muebles y otros accesorios de lujo, destinados a marcas de prestigio. Estudios han demostrado que los compuestos de carbonato de calcio derivados de conchas y cáscaras pueden mejorar las propiedades mecánicas de los materiales compuestos, como la resistencia a la flexión y la dureza, lo cual es crucial para productos de lujo que requieren alta durabilidad y acabado (Hosseini Azarian & Sutapun, 2022).

Pese a las ventajas de este modelo de negocio, la naturaleza de la materia prima implica una serie de retos que pueden comprometer la viabilidad, el impacto y la escalabilidad del proyecto. Primeramente, el procesamiento de conchas de mejillón y cáscaras de huevo para convertirlas en materiales utilizables puede ser complejo y costoso. El tratamiento típico incluye limpieza, trituración y calcificación de los residuos, procesos que requieren altas cantidades de energía y pueden generar emisiones adicionales si no se manejan adecuadamente (El Biriane, 2020). Es por ello por lo que el impacto neto de la cadena de valor sea perjudicial con el medio ambiente (Chakraborty et al., 2020).

Otra dificultad relacionada con este modelo de negocio es la falta de consistencia en cuanto a suministro y calidad del material. Aunque estos residuos se generan en grandes cantidades, la disponibilidad puede ser estacional o geográficamente limitada. Esto puede afectar la escalabilidad del negocio, especialmente si la demanda de productos aumenta significativamente. Asimismo, mantener la consistencia y calidad del material reciclado puede ser un desafío debido a la variabilidad en la composición de las cáscaras y conchas. Esto puede requerir controles de calidad rigurosos y ajustes en el proceso de

producción para asegurar que los productos finales cumplan con los estándares de lujo esperados, lo que tendría implicaciones negativas en términos de tiempo y costes.

Una vez analizadas las distintas ideas, y a la luz de las conclusiones extraídas acerca de las ventajas y retos de cada una de ellas, se ha decidido optar por un modelo de negocio que se base en la producción de productos del segmento lujo a partir de materiales de difícil reciclado y stock obsoleto de compañías de lujo.

De esta forma se explorará un modelo de negocio con las características necesarias para que sea viable, tenga un impacto relevante en el medio ambiente y sea escalable. En términos de viabilidad, se han descartado aquellas ideas que tengan dificultades técnicas suficientes como para comprometer el positivo impacto medioambiental, como el uso de madera reciclada o cáscaras de mejillón.

En lo relativo al impacto y escalabilidad, esta idea ha sido seleccionada por el hecho de poder solucionar un problema que aparte de ser considerablemente grave desde el punto de vista medioambiental (como la quema de stock obsoleto o los materiales de difícil reciclado) puedan proporcionar un volumen suficiente de suministros de material.

El hecho de incluir material procedente de stock obsoleto se debe a que, como se ha expuesto previamente, el uso de restos de recortes de cuero de marcas de lujo no supone una fuente consistente de suministros. En cambio, las compañías de lujo sí generan grandes cantidades de productos que finalmente no son vendidos. Además, la gestión de estos productos supone un enorme reto para las compañías de lujo. Todos aquellos productos fabricados y almacenados que no se vendan, corren el riesgo de ser vendidos a un precio rebajado, perjudicando y devaluando así la imagen de exclusividad de las marcas. Ante este reto, compañías como Burberry han tomado medidas tan drásticas como la quema las existencias de aquellos productos no vendidos, siendo esta una práctica enormemente perjudicial para el medio ambiente (Moya, 2020).

Pese a los aspectos positivos inherentes a la fabricación de artículos de lujo a partir de stock obsoleto y materiales de difícil reciclado, este modelo de negocio presenta retos anteriormente mencionados, como la elección de un material de difícil reciclado. Es por ello, por lo que la exitosa implantación de este modelo de negocio dependerá de tres factores que ayudarán al diseño del catálogo a fabricar.

El éxito dependerá de, primero, la correcta elección del público final objetivo para que este sea un segmento del mercado que tenga por *driver* de decisión de compra la procedencia reciclada de los materiales del producto. Dicho de otra forma, que incluso dentro del segmento del lujo, valore los productos que se fabrican a partir de materiales reciclados. Además, el público final objetivo, o *target*, debe suponer un mercado suficientemente grande y con suficientemente proyección de crecimiento como para hacer que el modelo de negocio sea escalable y sostenible en el tiempo. Como se ha podido ver anteriormente y como se estudiará en detalle en la próxima sección del presente trabajo, la Generación Z supone aquel segmento de la población que, no solo valora los productos respetuosos con el medio ambiente, si no que proporciona una base de clientes sostenible en el tiempo, debido a su naturaleza joven. Una vez determinado el mercado objetivo, será fundamental que el producto final esté alineado con los gustos

y preferencias de ese mercado objetivo. Solo de esta forma se podrá garantizar el correcto *product-market-fit*.

La segunda variable para tener en cuenta es el catálogo de productos actualmente ofrecido por el sector de moda textil. No solo es importante que el producto esté alineado con las necesidades y preferencias del mercado, sino que es fundamental que esa necesidad no esté cubierta (o esté al menos solo parcialmente cubierta) por algún competidor relevante. Es por ello, por lo que es un paso fundamental el estudio del sector, para poder así desarrollar un catálogo que ofrezca productos dentro de una demanda no cubierta (o parcialmente cubierta) del público objetivo, la Generación Z.

Por último, es fundamental la elección de un material de difícil reciclado que permita que el modelo de negocio sea viable desde un punto de vista técnico, que tenga impacto desde un punto de vista medioambiental y que, por último, proporcione una cantidad de suministros suficientes como para hacer de este proyecto un negocio escalable. Teniendo en cuenta que el producto final debe pertenecer al segmento lujo, la calidad del material final es de capital importancia para poder superar con éxito las elevadas exigencias del consumidor de lujo.

Estos tres aspectos (*target*, sector y producto) serán los que se estudiarán en profundidad en la siguiente sección del presente trabajo, garantizando así la correcta elección del catálogo de productos a desarrollar.

4. Metodología

Una vez se han estudiado las distintas propuestas de modelos de negocio y se ha determinado cual de estas ideas es la que se va a llevar a cabo, el objetivo del presente capítulo es la definición de la metodología necesaria para definir y desarrollar la línea de productos con la que se tiene pensado afrontar dicha oportunidad.

Tal y como se determinó al final del anterior capítulo, en el presente trabajo se explorará la viabilidad del modelo de negocio basado en el uso de material de difícil reciclado, y stock obsoleto de compañías del sector de lujo, como materia prima para el desarrollo de un catálogo de productor del sector del *retail* de lujo. Es por ello por lo que el siguiente paso natural es la definición y el diseño de dicha línea de productos.

Para ello, se va a definir una metodología basada en las premisas definidas en el anterior capítulo. Primero, que la materia prima para los diseños serán materiales de difícil reciclado y stock obsoleto de firmas de lujo. Segundo, que, para asegurar el impacto a largo plazo del negocio, el *target* al que irá enfocada la línea de productos será la generación Z

El *approach* que se va a seguir en el presente capítulo, se basa en el estudio de tres áreas: *target*, sector y producto. El estudio será secuencial ya que solo de esta forma se podrá ir enriqueciendo el modelo de negocio y asegurarnos de que cada decisión que se tome tendrá el foco en aportar el máximo valor a la pieza más importante del modelo: el cliente.

4.1. Target

El alcance del modelo de negocio del presente trabajo se limita a lo relacionado con las operaciones industriales del mismo. Por ello, queda fuera del alcance de este trabajo el diseño estético de las prendas, el cual abarca un área no relacionada con el que atañe el marco de este trabajo.

Pese a ello, aunque el modelo de negocio de este trabajo sea un *B2B*, cuyo alcance finaliza con la venta de materiales a un diseñador, es relevante comprender las dinámicas del cliente final. Solo así se conseguirá enfocar los esfuerzos a lo largo de la cadena de valor en satisfacer a dicho *target*. Por lo tanto, en un modelo de negocio centrado en la sostenibilidad y la innovación, resulta imperativo entender profundamente al cliente final: la Generación Z.

La Generación Z (Calderón, 2018) se refiere al grupo demográfico nacido desde mediados de los años 90 hasta el año 2010. Esta generación es considerada nativa digital, lo cual ha influenciado en su forma de interactuar, aprender y vivir. Este acceso casi ilimitado a la información y a las redes les permite ser autodidactas, independientes, creativos y conscientes de las dinámicas que suceden a lo largo de todo el mundo. Es por ello por lo que la Generación Z presenta una sensibilidad y concienciación nunca vista por el medio ambiente y los distintos factores que pueden suponer una amenaza para el mismo.

En definitiva, se tiene un perfil demográfico joven, independiente y cuyos drivers de compra vienen condicionados por una fuerte concienciación con el medio ambiente. Es por ello por lo que, entre otras cosas, se define este como el *target* objetivo. Es ahora cuando habrá que llevar a cabo el análisis necesario para comprender en profundidad las dinámicas, preferencias y tendencias de este perfil demográfico.

En lo relativo a la industria del *retail*, la Generación Z está también marcando pautas significativas en el consumo de lujo, representando un 70% de las compras de las marcas de lujo para el año 2025. Este grupo demográfico se inclina por marcas que incorporan en sus operaciones prácticas sostenibles, con un 63% de esta generación optando por preferir aquellas marcas concienciadas con el medio ambiente.

Cabe destacar el rápido crecimiento del mercado de productos de lujo de segunda mano, que se espera duplique la demanda desde 2022 hasta 2025. Es por ello por lo que las claves de las tendencias de consumo de la Generación Z son los canales digitales y el foco en sostenibilidad y modelos de economía circular (CincoDías, 2022).

Respecto al perfil de comprador, el cliente promedio de la Generación Z se caracteriza por su enfoque personal y su búsqueda de autenticidad en las marcas que consume. Prefieren compañías que reflejen sus valores personales y sociales, enfatizando la preferencia por aquellas marcas con concienciación social y medioambiental. El usuario promedio de este perfil demográfico busca algo más que un producto, busca un *storytelling* con el que sentirse identificado. Teniendo en cuenta que en futuro más inmediato más de la mitad de la demanda va a venir de parte de miembros de esta generación, las marcas que tendrán éxito en este nuevo paradigma son las que integren en el *core* de su negocio el impacto positivo en la sociedad y el planeta.

Respecto a las dinámicas y drivers de compra, se ha identificado la digitalización de la experiencia de compra como un factor clave. Actualmente, las compañías de lujo están invirtiendo en el desarrollo de herramientas digitales como *chatbots* de inteligencia artificial, herramientas de comercio conversacional o probadores virtuales. La personalización de la experiencia de compra se ha identificado también como una métrica clave a la hora de elegir una marca en la que consumir prendas. El cliente de la Generación Z exige personalización tanto en el producto en sí como en el proceso de compra, todo ello de manera ágil, rápida y flexible (cegid, 2023). Además, se anticipa que para el año 2026 el 60% de estos consumidores tendrán como principal canal de compra las redes sociales, evidenciando un cambio hacia lo digital y social en sus hábitos de compra.

En términos relativos al diseño, las nuevas tendencias son las relacionadas con la llamada “iluminación expresiva”, permitiendo al usuario customizar la apariencia de los productos dando rienda suelta así a su expresión creativa. Los productos no solo deben cumplir con su funcionalidad de forma eficaz, si no que deben poner su foco en su diseño, siendo una moda notable aquellos diseños limpios y minimalistas. De esta forma, la tendencia es desarrollar productos discretos, con paletas de colores monocromáticas, superficies lisas y potencial de customización por parte del usuario. En la siguiente ilustración, se pueden ver ejemplos de como varias marcas diseñan sus productos para que parte de estos puedan cambiar de color dinámicamente.



Ilustración 3: Ejemplos de "iluminación expresiva"

Así mismo, los consumidores con conciencia ecológica buscan cada vez más productos con longevidad, por lo que los colores clásicos y atemporales están adquiriendo importancia. Tonos imperecederos como el negro, blanco, beige, carbón, azul marino y verde son populares en lanzamientos, con muchos realzados por acabados satinados suaves al tacto y mates. En la siguiente ilustración, se pueden ver ejemplos reales de distintas marcas que incorporaron estas paletas de colores clásicos en sus productos.

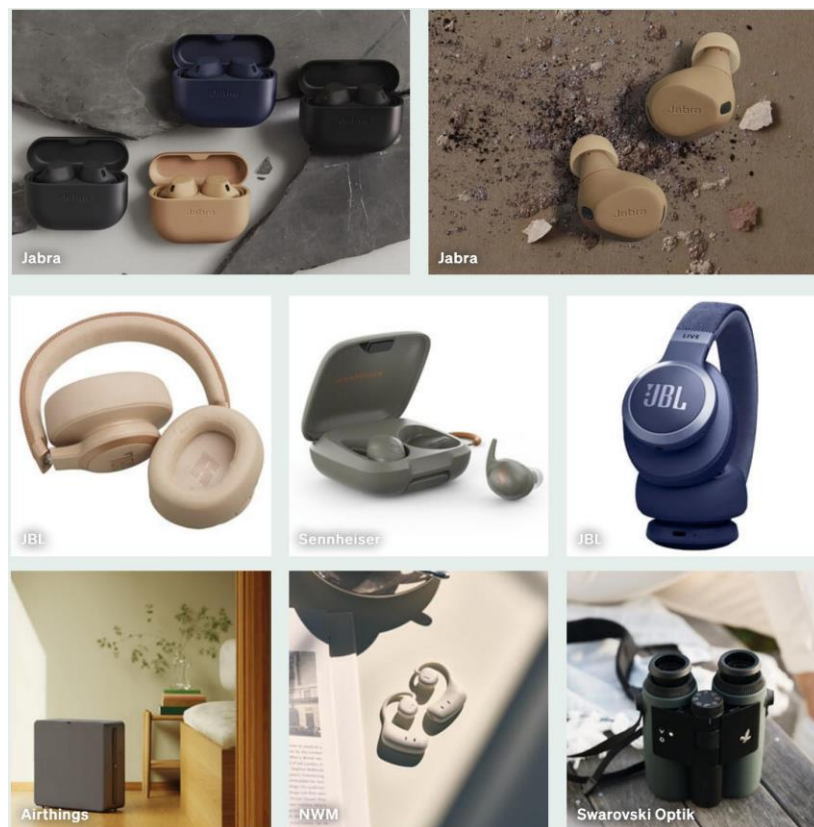


Ilustración 4: Ejemplos de colores clásicos y atemporales

En lo relativo a materiales, la generación Z valora aquellos diseños que presenten materiales *eco-friendly*, habiendo una especial tendencia por aquellas marcas las cuales encuentren materiales sustitutivos al cuero y a la piel (Chiu & Frost, 2024).

Por último, cabe destacar la preferencia de esta generación por modelos de economía circular. Este perfil demográfico tiene pensado ahorrar y ser sostenible sin dejar atrás la creatividad, la exclusividad y las tendencias (Reina, 2023). Es por ello por lo que las marcas de lujo se enfrentan al desafío de adaptarse a un nuevo paradigma de mercado en el que se valora tanto la sostenibilidad y la economía circular, como la exclusividad. Dicho reto, significa también una gran oportunidad de desarrollar modelos de negocio basados en las mencionadas premisas que permitan monetizar las tendencias del nuevo mercado, siendo a la vez responsables con el medioambiente y con las causas sociales que preocupan a la sociedad.

4.2. Sector

Una vez se ha identificado cual es el perfil *target* al cual vamos a enfocar el catálogo de productos, el siguiente paso es el estudio y la identificación de la competencia dentro del sector del *retail* de lujo *eco-friendly*.

Los modelos de negocio basados en el uso de materiales de difícil reciclado y/o stock obsoleto de grandes firmas de lujo se está convirtiendo en una tendencia creciente dentro del sector. Se pueden distinguir dos causas raíz que dan explicación al auge de estos modelos de negocio. En primer lugar, la gestión del stock obsoletos supone un enorme reto para las compañías de lujo. Todos aquellos productos fabricados y almacenados que no se vendan, corren el riesgo de ser vendidos a un precio rebajado, perjudicando y devaluando así la imagen de exclusividad de las marcas. Ante este reto, compañías como Burberry han tomado medidas tan drásticas como quemar las existencias de aquellos productos no vendidos. Solo en 2017 Burberry destruyó stock obsoleto por valor de 32 millones de euros (Muñoz, 2018) con el único objetivo de evitar la devaluación de imagen de marca.

La segunda causa raíz es la necesidad de las marcas de estar alineados con los valores y las prioridades de la Generación Z los cuales, como se ha explicado anteriormente, van a representar una parte relevante de su demanda en los próximos años. Continuando con el caso concreto de Burberry, la compañía británica decidió en 2018 dejar de quemar productos porque, pese a que esa práctica no contaminaba (puesto que la quema se utilizaba para producir energía), el método no encajaba con la imagen comprometida de la firma con el medio ambiente (Moya, 2020).

Una vez comprendidas la causa raíz del fuerte crecimiento de los modelos de negocios del mundo del lujo basados en la economía circular, es momento de identificar las distintas alternativas que se ofertan dentro de este sector. Tras un análisis de *benchmarking*, se han identificado dos vectores de acción que se están llevando a cabo actualmente y que están cubriendo, total o parcialmente, la demanda del público *target*. Dichos vectores son líneas de productos *eco-friendly* por parte de las marcas de lujo tradicionales y nuevas marcas sostenibles focalizadas exclusivamente en capturar esta creciente demanda.

Por su parte, las marcas tradicionales de lujo han optado por reutilizar materiales existentes para crear artículos de lujo más valiosos. Por ejemplo, Chanel utilizó botones e hilos sobrantes para una colección de vestidos, mientras que Dolce & Gabbana y Gucci presentaron colecciones hechas completamente de material reciclado. Otro ejemplo más de grandes firmas optando por modelos circulares es la línea de bolsos fabricados con hilo de nailon reciclado que desarrolló Prada (Salinas, 2021).

Es interesante comprender en qué consisten, como fabrican y que materiales utilizan las grandes marcas de lujo cuando deciden desarrollar productos con material de origen reciclado. De esta forma se tendrá sensibilidad acerca de que parte de la demanda están cubriendo y de cómo están llevando a cabo estas operaciones. En el caso de Dolce & Gabbana, se utilizaron telas de stock sobrante para ser cosidas en forma de parches de desarrollar así prendas de ropa en su colección “*Sicilian Patchwork*”. En esta línea Loewe desarrolló su colección “*The Surplus project*”, en la que lanzó cestas trenzadas a mano con excedentes de piel, hechas con material reciclado de antiguas colecciones. La primera solución que ofrecen estas compañías es, por lo tanto, el usar materiales de su stock para, de forma artesanal, desarrollar líneas de productos con diseño estilo “*collage*”. Esta es una solución interesante, debido a que el 100% de los materiales usados es stock obsoleto de las mismas marcas, pero la naturaleza artesana de estos diseños hace que este modelo sea poco escalable y tenga unos costes de operación considerables, obligando a un aumento de precio o a una reducción de márgenes.

Por otro lado, el desarrollo de negocio más avanzado es el caso de Gucci con su colección “*Off the grid*”, una línea fabricada 100% con materiales reciclados, orgánicos o biomateriales. Directamente enfocada a un público más joven (público *target*), Gucci desarrolló cinco gamas de producto que abarcaban accesorios, prendas *ready-to-wear* y prendas para viaje. Respecto al material, se usó principalmente nylon reciclado obtenido de los residuos que se generan antes y después del consumo, como redes de pesca abandonadas, alfombras, plásticos y materiales de vertederos (EQUILIBRIUM, 2020). El resultado de esta colección es el desarrollo de productos exclusivos, de calidad y enfocados a jóvenes, cubriendo así de forma provechosa la demanda del público *target* de una forma más industrializada y escalable.

El segundo vector de acción que está cubriendo la demanda del público *target* del presente trabajo son las compañías focalizadas exclusivamente en el desarrollo de productos de lujo con materiales de origen reciclado. El mayor referente en España es el caso de ECOALF, compañía dedicada al desarrollo de productos de alta calidad haciendo uso de materiales reciclados.

En un análisis del catálogo de ECOALF, se ha identificado que el material más predominante en las colecciones de esta compañía es el poliéster PET reciclado, hecho a partir de botellas de plástico las cuales se reciclan mediante un proceso mecánico que primero las transforma en escamas, luego en pellets y finalmente en hilo de primera calidad.

Por otro lado, se hace también uso de algodón reciclado. Dicho algodón reciclado se origina tanto de desechos post-industriales como de post-consumo y se somete a un proceso mecánico donde los textiles son desmenuzados para extraer fibras. Estas fibras son posteriormente hiladas y transformadas en nuevos tejidos y prendas. Un aspecto

crucial en el uso del algodón reciclado es la minimización de los procesos de teñido. Al mezclar fibras de colores similares durante el reciclaje, se logra el tono deseado para la tela sin la necesidad de teñirla de nuevo, lo cual representa un ahorro significativo en términos de impacto ambiental.

De forma adicional, y para colecciones puntuales, esta compañía también hace uso de materiales de difícil reciclado, incluyendo estos posos de café, neumáticos y nylon, tal y como se puede ver en la siguiente ilustración (ECOALF, 2024). El hecho de que estas líneas no sean el *core* del negocio, presenta una oportunidad de mercado no cubierta.

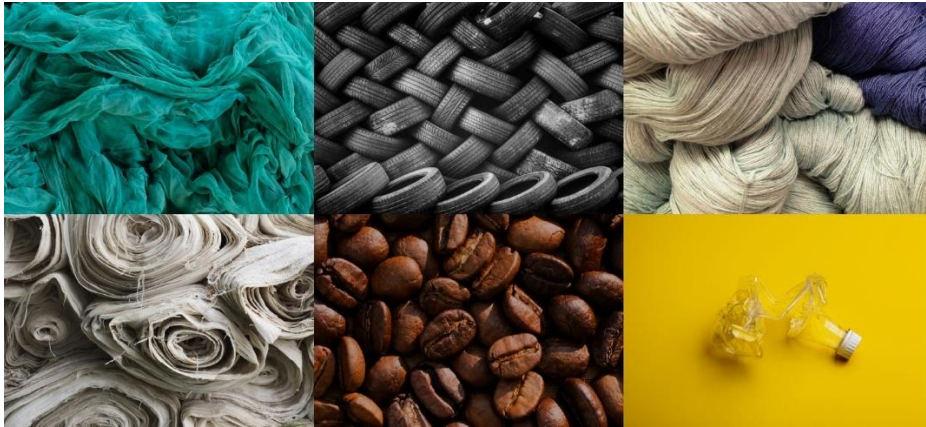


Ilustración 5: Materiales de difícil reciclado usados en ECOALF

En el análisis del panorama actual del mercado, se identifican por lo tanto dos enfoques principales que abordan la demanda de productos de lujo sostenibles, que al mismo tiempo cumplen con los criterios de alta calidad y exclusividad, sin comprometer el bienestar del medio ambiente. Estos ejemplos de modelos de negocio son una representación de cómo la industria está evolucionando hacia prácticas más responsables y conscientes del impacto ambiental.

Por un lado, tenemos un enfoque más artesanal, que implica la reunión de parches de ropa de colecciones anteriores. Esta técnica, arraigada en la tradición y en la reutilización creativa, permite a las marcas de moda ofrecer productos únicos y con historia. Al seleccionar y combinar cuidadosamente piezas de textiles ya existentes, se crean nuevas prendas y accesorios con un carácter distintivo. Este proceso no solo reduce los desechos al dar una segunda vida a los materiales, sino que también evita el uso adicional de recursos naturales y procesos químicos intensivos, como el teñido.

En contraposición, el enfoque más industrial se centra en el desarrollo de hilos de alta calidad a partir de materiales difíciles de reciclar. Mediante tecnologías avanzadas como la regeneración de fibras, se transforman desechos textiles y otros materiales reciclables en fibras nuevas que pueden ser hiladas y tejidas como si fueran vírgenes. Este proceso permite una producción a mayor escala y garantiza una consistencia en la calidad y en las propiedades del tejido. Además, la innovación en el desarrollo de estos hilos abre la puerta a la reducción significativa de la huella ambiental de la industria textil, al minimizar la necesidad de nuevos recursos y disminuir la generación de residuos.

También se extrae del análisis visto como hay una parte de la demanda que no está totalmente cubierta. Esta oportunidad es la relativa al lujo premium en contraposición con lujo exclusivo. Las líneas de productos reciclados de las compañías de lujo tienen, en ocasiones, un precio incluso mayor que las líneas normales. Por ello, se identifica la oportunidad de desarrollar un modelo de negocio de lujo-premium que, no solo sea *eco-friendly* en sus procesos, si no que utilice exclusivamente materiales de difícil reciclado y stock obsoleto de marcas de lujo. Para ello será necesario identificar qué productos reciclados usar y qué *partnerships* serán necesarios hacer para lograr así desarrollar un modelo de negocio menos costoso que permita reducir el precio de los productos.

4.3. Producto

Para definir lo que es un material de difícil reciclado, empezaremos considerando el proceso general de reciclaje, el cual consiste en recolectar y transformar los residuos o materiales de desecho en nuevas materias o productos para su reutilización. Este proceso implica varias etapas, incluyendo la recolección de desechos, su clasificación, su procesamiento y transformación en nuevas materias primas o productos que tendrán un nuevo ciclo de vida útil (Enciclopedia significados, 2024). Los materiales de difícil reciclado, por tanto, pueden definirse como aquellos que, debido a sus características físicas, químicas o de composición, presentan desafíos significativos en alguno o varios de los pasos del proceso de reciclaje. En la siguiente ilustración, se pueden ver estas distintas etapas, las cuales, como se ha mencionado, van desde la recolección hasta la fabricación de nuevos productos para su posterior venta.



Ilustración 6: Etapas del ciclo de reciclado

En lo relativo a la clasificación, los productos que presentan mayor complejidad son los cuales están diseñados con varios materiales. Por ejemplo, los plásticos que están mezclados con otros materiales son difíciles de reciclar debido a la complejidad de separar sus componentes. Estos residuos suelen encontrarse en el embalaje de productos farmacéuticos y en algunos envases de alimentos y bebidas. El caso más común es el de

los tetrabriks de cartón, plástico polietileno y aluminio que se utiliza para líquidos y refrigerados.

Otro caso de material difícil de reciclar debido a sus impurezas son las cápsulas de café, las cuales al no poder separarse del producto que contienen, no pueden considerarse como envase y reciclarse fácilmente. Pese a que hay puntos específicos de recogida de cápsulas de café, se estima que el 73% de los consumidores decide tirar las cápsulas a la basura (Crespo Garay, 2018).

Pese a sus ventajas, las cápsulas de café representan un desafío significativo para el posible modelo de negocio. Aunque existen iniciativas para reciclar estas cápsulas, como el uso de aluminio y otros materiales compostables, el hecho es que muchas de estas soluciones no son innovaciones nuevas en el mercado. Además, el material rígido y no flexible de las cápsulas no es adecuado para la fabricación de ropa u otros productos textiles (Ashkenaz, 2021).

Tal y como ocurre con las cápsulas de café, los discos y los vinilos también son difíciles de reciclar debido a sus impurezas. A pesar de que los discos están hechos en un 98% de plástico, tienen las suficientes impurezas como para no poder tirarlos a los contenedores de reciclaje de envases. Esto hace de los discos y vinilos otro de los mayores retos que se tienen a día de hoy en materia de productos de difícil reciclado.

Los principales retos entorno al procesamiento y transformación vienen de materiales cuyas características físicas y químicas se han visto deterioradas tras su uso. Este es el caso de los plásticos degradados por el sol. La exposición prolongada al sol puede degradar ciertos plásticos, haciendo que pierdan sus propiedades, lo que dificulta su procesamiento para reciclaje. Este problema se observa en productos plásticos que han estado expuestos al aire libre durante períodos prolongados, como muebles de jardín o juguetes. Así mismo, materiales que incluyen pigmentos y colorantes pueden dañar suponer una dificultad a la hora de tratar los materiales por el potencial daño que le pueden causar a la maquinaria.

Otros ejemplos de materiales los cuales son complejos de reciclar por sus características son los pañales, las toallitas y las compresas. En el caso de los pañales, la OCU se estima que cada bebé utiliza hasta 6.000 pañales en sus dos primeros años de vida. Además de su uso masivo, la composición de estos productos hace que sean muy contaminantes, a la vez que difíciles de reciclar (Crespo Garay, 2018).

Los pañales desechables presentan una serie de dificultades técnicas que los hacen poco viables para la potencial implementación del modelo de negocio. Están compuestos por una combinación compleja de polímeros superabsorbentes, plásticos y fibras celulósicas, lo que dificulta su reciclaje. Además, la necesidad de desinfectar y limpiar los pañales antes de su procesamiento añade una capa adicional de complejidad y coste (Itsubo et al., 2020). La tecnología actual para reciclar pañales sigue siendo limitada y, en muchos casos, se orienta hacia el reciclaje químico, que no es compatible con el enfoque de reutilización directa de materiales (Ferronato et al., 2020).

Por último, se tienen materiales que son de difícil reciclado no por cuestiones técnicas si no por dinámicas sociales. Este es el caso de bolsas de plástico las cuales, aunque son 100% reciclables, en muchos casos se acaban tirando a la basura. Cada día se usan 500

millones de bolsas de plástico, pero su tiempo medio de utilización son tan solo 12 minutos, generando una cantidad inmensa de residuos. El mayor problema se tiene en los océanos donde según cifras de la ONU, causa la vida de 100.000 mamíferos marinos cada año (Crespo Garay, 2018).

También en el océano, se tiene el enorme reto de las redes de pescar. Según Greenpeace, las redes de pesca abandonadas son la mayor contaminación plástica que existe en el mar. Se estima que más de 640.000 toneladas de redes de pesca se desechan al mar cada año. Siendo fabricadas con materiales como nylon, poliamida o polietileno, las redes de pesca podrían ser una atractiva materia prima para el sector del retail (Gravity Wave, 2024). En el caso del nylon, también puede proceder de otros productos como alfombras o mallas.

Las redes de pesca, aunque son una fuente abundante de residuos plásticos, también presentan varios desafíos logísticos y económicos. El proceso de reciclaje de estas redes generalmente implica su transformación en planchas, lo cual es costoso y sólo rentable para la producción de artículos muy pequeños. Además, el uso de redes de pesca recicladas está bastante extendido en el mercado actual, lo que significa que no ofrecería una diferenciación significativa para este negocio. La alta competencia en este sector limita la viabilidad de este material como una opción innovadora y distintiva.

Otro material de difícil reciclado son las alfombrillas de ratón, las cuales están hechas de una combinación de plásticos y telas, lo que las hace difíciles de reciclar debido a la necesidad de separar estos materiales (Rogers, 2024). Además, al ser un material flexible, permitiría tratarlo para poder desarrollar y fabricar hilos con los que posteriormente diseñar prendas de ropa. Por ello, ha resultado una opción atractiva a la hora de estudiar distintos materiales.

Pese a ello, su uso ha disminuido con el tiempo debido al incremento en el uso de ordenadores portátiles que no requieren ratones. Por esta razón, la cantidad de material provisto no sería suficiente como para desarrollar un modelo sostenible y escalable. La logística de recolección de estas alfombrillas también es un problema, ya que implicaría recogerlas de hogares, oficinas y universidades, lo que aumentaría considerablemente los costes operativos y reduciría la eficiencia del proceso.

Finalmente, el último material de difícil reciclado estudiado es la ropa de trabajo, que incluye monos de obra, batas de laboratorio y chalecos reflectantes. Este es un tipo de vestimenta diseñada para proporcionar protección y funcionalidad en diversos entornos laborales. Estos textiles están expuestos a condiciones extremas, lo que les confiere características especiales que dificultan su reciclaje. Tal y como se puede ver en la siguiente ilustración, la ropa de trabajo a menudo utiliza materiales especiales para las condiciones extremas en las que se utiliza.



Ilustración 7: Ropa de trabajo

La composición de la ropa de trabajo suele estar dominada por mezclas de poliéster y algodón. El poliéster, un polímero sintético, es conocido por su durabilidad y resistencia a las arrugas, mientras que el algodón, una fibra natural, es valorado por su comodidad y capacidad de absorción. Esta combinación proporciona un equilibrio entre resistencia y confort, necesario para las exigencias del entorno laboral (Wang & Salmon, 2022).

El reciclaje de la ropa de trabajo es particularmente desafiante debido a varias razones. En primer lugar, los textiles de trabajo a menudo están contaminados con productos químicos industriales, aceites y otros residuos peligrosos que complican el proceso de reciclaje. Además, la presencia de mezclas de fibras dificulta la separación y el procesamiento eficiente de los materiales para su reciclaje.

A pesar de estos desafíos, la ropa de trabajo representa un material de difícil reciclado ideal para este modelo de negocio. En primer lugar, es un material flexible que, al igual que ocurría con las alfombrillas de ratón de ordenador, permite tratarlo para fabricar hilo y con ello prendas de ropa. En ese sentido, recientemente se han desarrollado procesos innovadores que combinan técnicas de impresión 3D y cardado para reciclar ropa de trabajo (Lodha et al., 2023). Este proceso implica, primero limpiar la ropa con vapor o agua, para después cortar los textiles en pequeñas fibras y luego embobinarlas para crear filamentos (Immonen et al., 2022). Además, la calidad y la uniformidad que presenta el material no solo facilita el procesamiento si no que ayuda a conseguir la calidad necesaria para poder desarrollar productos dentro del sector lujo.

Por otro lado, la ropa de trabajo pertenece a empresas, no a particulares, por lo que el proveedor de suministros serían compañías que tengan la necesidad de tirar o renovar la ropa de trabajo de sus empleados. Además, las compañías tienen la obligación de asumir la responsabilidad de los productos textiles con presencia de sustancias químicas peligrosas, por lo que estas empresas se podrán beneficiar de la solución ofrecida por este modelo de negocio. En definitiva, el hecho de que el suministro de material provenga de compañías facilita la logística de recogida, en términos de eficiencia y coste.

Además de lo mencionado, tal y como se estudió en el estado del arte, la directiva 2008/98/EC de la Unión Europea, revisada en 2023, subraya la importancia de una gestión sostenible de los residuos textiles. Por ello, la elección de ropa de trabajo como material de difícil reciclado está completamente alineada con la estrategia textil de la Unión Europea, la cual busca gestionar presencia de sustancias químicas peligrosas en los productos textiles y llama a los fabricantes a asumir la responsabilidad de sus productos a lo largo de todo su ciclo de vida. Dicha estrategia, además, establece la obligación de establecer sistemas de recogida separada de residuos textiles. Por ello, el modelo de negocio basado en la recogida de residuos textiles contaminados con sustancias químicas está totalmente alineado con la normativa más reciente de la Unión Europea.

En definitiva, tras estudiar una serie de materiales que, por diversas razones, suponen un reto hoy en día debido a la dificultad en su reciclaje. Finalmente, se ha decidido utilizar la ropa de trabajo como residuo de difícil reciclaje para llevar a cabo este modelo de negocio. Por ello, ahora, se procederá a implantar el modelo de negocio que consiga eliminar estos residuos de difícil reciclado y de una solución a las compañías de lujo a la hora de tratar de deshacerse del stock obsoleto. Todo ello, aprovechando la demanda no cubierta identificada en el análisis de *benchmarking* y orientando el diseño y los procesos a las preferencias del perfil *target* estudiado anteriormente.

5. Implantación del modelo de negocio

Al estar el presente trabajo situado dentro del marco de la ingeniería industrial y la industria conectada, la parte de la cadena de valor relacionada con el diseño final de las prendas de ropa y complementos de moda queda fuera del alcance de este proyecto. El alcance de este trabajo se basará en la implantación del modelo de negocio centrado en la parte de la cadena de valor que va desde el suministro de materiales hasta la venta de las telas acabadas a terceros. En este caso, el cliente del modelo de negocio son compañías y marcas diseñadores de ropa de gama lujo, a las que vamos a suministrar de telas ya teñidas de origen reciclado para que ellas puedan llevar a cabo la confección final de las prendas.

5.1. Operaciones

La implementación del modelo de negocio que va desde el suministro de materiales hasta la venta de telas acabadas a terceros requiere una cadena de suministros que no solo sea robusta, si no que sea suficientemente eficiente como para hacer de las operaciones un negocio rentable.

5.1.1. Recogida de Materiales

El primer paso en la cadena de valor de este modelo de negocio es la recogida de materiales. Como se ha concluido en capítulos anteriores, se utilizará como materia prima el stock obsoleto de marcas de lujo y la ropa de trabajo que haya acabado su vida útil.

Para diseñar las operaciones de recogida de material obsoleto de las marcas de lujo, primero es importante entender el ciclo de vida del stock no vendido de este tipo de firmas. Típicamente, las marcas de *retail* rotan los productos no vendidos entre sus tiendas, tratando así de tener los productos en aquellas ubicaciones en las que haya más demanda y, por lo tanto, más probabilidades de ser comprado. Si después de varias rotaciones entre tiendas, el producto sigue sin ser vendido, se aplican distintas estrategias para deshacerse de ese stock.

Como se analizó en el anterior capítulo del presente trabajo, una de esas estrategias usadas por las marcas de lujo era la quema de stock, pero esta opción ya no es viable por razones ecológicas y regulatorias. Por otro lado, con el objetivo de evitar la imagen de exclusividad de las firmas, hay marcas que optan por las ventas privadas a empleados. Pese a que no representa un volumen relevante de ventas, esta práctica ayuda a reducir el exceso de inventario sin afectar la imagen pública de la marca.

Aparte de la quema de stock o la venta a empleados, hay otras prácticas que se practican para deshacerse de ese stock, como pueden ser las redes de revendedores no oficiales, los cuales compran el stock sobrante y lo venden en diferentes regiones donde las diferencias de precio pueden ser aprovechadas. Aunque esta práctica no es la más adecuada, debido a la devaluación de la marca que conlleva, informes apuntan a que se siga poniendo en práctica (PYMNTS, 2023).

Una vez vendidos los productos a la red de revendedores no oficiales, el stock se descentraliza de nuevo y se reparte alrededor del mundo. Esto dificulta enormemente la tarea logística de recogida de stock para alimentar de materia prima al modelo de negocio, por lo que no resulta la opción más atractiva desde un punto de vista operacional. Además, los vendedores no oficiales, también resultan una opción poco atractiva a las firmas de lujo, en lo que a imagen de marca se refiere. Es por ello, por lo que lo ideal sería hacerse con ese stock obsoleto antes de ser vendido a los revendedores no oficiales y, por lo tanto, antes de descentralizarse.

En este sentido, es interesante estudiar otra de las opciones más practicadas hoy, el envío del stock no vendido a tiendas outlet (Adegeest, 2023). En dichas tiendas, se rebaja considerablemente el precio de las prendas, aumentando así las probabilidades de compra. Cada vez más, muchas marcas optan por los outlets como opción predominante para deshacerse del stock no vendido a precio original. Esto se debe a que es una opción que sigue generando ingresos y que, si se sitúan las tiendas outlets lejos de las tiendas insignia de la marca, protege la percepción de la firma.

Los almacenes de las tiendas outlet, suponen un punto relevante en el ciclo de vida de los productos, ya es el último momento en el que el stock no vendido se encuentra centralizado y bajo el control de la firma original, antes de pasar a venderse a terceros o a deshacerse de él, como se ha explicado previamente. Por ello, se determina que los puntos de recogida óptimos de stock obsoleto son los almacenes de las tiendas outlets.

Para llevar a cabo la operación de recogida, se utilizarán tecnologías IoT como RFID, NFC y WMS. La tecnología RFID, o identificación por radiofrecuencia, utiliza campos electromagnéticos para identificar y rastrear automáticamente las etiquetas adheridas a objetos. Un sistema RFID se compone de tres componentes principales: etiquetas, antenas y lectores. Las etiquetas pueden ser pasivas, sin fuente de alimentación propia y activadas por la señal del lector, o activas, con una fuente de alimentación interna. Cada etiqueta contiene un microchip que almacena información sobre el objeto (prenda de ropa en este caso) al que está adherida, y una antena que transmite esta información al lector. Por su parte, las antenas emiten ondas de radio para activar las etiquetas y recibir datos de ellas. La distancia de comunicación puede variar desde unos pocos centímetros hasta varios metros, dependiendo de la frecuencia y el tipo de sistema RFID. Los lectores son dispositivos que envían ondas de radio a través de antenas, reciben las señales de las etiquetas RFID y luego envían los datos a un sistema de procesamiento para su interpretación y acción (Profetto et al., 2022).

Por otro lado, la tecnología NFC, o comunicación de campo cercano, es una subcategoría de RFID que opera a una alta frecuencia de 13.56 MHz y permite la comunicación a corta distancia, hasta 4 cm. Esta tecnología se utiliza principalmente para transacciones seguras, identificación y control de acceso. Los sistemas NFC están compuestos por etiquetas NFC, lectores NFC y chips NFC. Las etiquetas NFC son similares a las etiquetas RFID, pero están diseñadas para la comunicación a corta distancia y almacenan información que puede ser leída por un dispositivo habilitado para NFC. Los lectores NFC, que generalmente están integrados en smartphones u otros dispositivos móviles, pueden interactuar con las etiquetas NFC para leer y escribir datos. Los chips NFC, incrustados tanto en las etiquetas como en los lectores, facilitan

el intercambio seguro de datos cuando los dispositivos están en proximidad (CADRE Technologies, 2023).

Por último, los sistemas de gestión de almacenes (WMS) son aplicaciones de software diseñadas para apoyar y optimizar la gestión de un almacén. Los sistemas WMS facilitan la gestión de las operaciones diarias como el seguimiento de inventarios, la ejecución de pedidos y el envío de mercancías. Las funcionalidades clave de un WMS incluyen la gestión de inventarios en tiempo real, la gestión de pedidos y la gestión del personal. Al integrar tecnologías como RFID y NFC, los sistemas WMS pueden mejorar significativamente la precisión y eficiencia de las operaciones del almacén. Las etiquetas RFID pueden automatizar el seguimiento de inventarios, reduciendo errores y costes, mientras que la tecnología NFC puede mejorar la seguridad y agilizar procesos específicos como el control de acceso y la verificación de artículos.

Debido a las ventajas de estas tecnologías, el uso de RFID y NFC en la gestión de almacenes está ampliamente extendida en las marcas de lujo. Marcas referentes como Louis Vuitton llevan utilizando RFID desde 2016, para poder rastrear los niveles de inventario en tiempo real (thedutchladydesigns, 2023). En la misma línea, Burberry ha implantado tecnologías RFID en los productos a lo largo de sus más de 500 tiendas en 50 países (Elite Labels, 2021). Por último, cabe destacar el ejemplo de Bulgari, firma la cual ha integrado etiquetas NFC en todos sus productos de cuero desde 2021 (Zwieglinska, 2023).

La razón por la cual las marcas integran estas tecnologías es doble. Primero, les permite monitorizar sus productos en cualquier momento y tener su sistema de gestión de almacenes (WMS) actualizado en tiempo real. Por otro lado, estas tecnologías, junto con implementación de *blockchain*, permiten a las marcas y al cliente verificar que los productos vendidos son completamente originales, así como rastrear su procedencia. Estas son las razones por las cuales, la inmensa mayoría de las marcas de lujo cuentan tanto con tecnologías RFID y NFC, así como con un software de gestión de almacenes (WMS).

Por ello, se asumirá en la mayoría de los casos, las tiendas outlet de las que vamos a recoger el stock no vendido, vienen equipadas con estos sistemas IoT. Para el caso de aquellas tiendas que no vengan equipadas con estas tecnologías, se buscarán *partners* estratégicos para la instalación de estas en las tiendas. Estos *partners* estratégicos, pueden ser empresas como 44degnorth, las cuales están especializadas en la implementación de soluciones RFID para el sector del lujo (44degNorth, 2024).

De esta forma, las tiendas de aquellas firmas que proporcionen stock obsoleto podrán monitorizar el tiempo que lleva un producto en una tienda outlet. Una vez el tiempo sea mayor al “umbral de no venta”, estas marcas podrán informar de la localización del producto obsoleto, así como de su tamaño, peso y cantidad. De esta forma, desde la central de operaciones se tendría una monitorización de la cantidad y peso de productos ya obsoletos por tienda. Tan solo faltaría definir la tecnología de comunicación adecuada entre tienda outlet y central de operaciones.

Para la comunicación entre las tiendas outlet y la central de operaciones, se pasa a evaluar diversas tecnologías de comunicación industrial e IoT. NB-IoT es una opción

que se diferencia por su bajo consumo de energía y su capacidad para proporcionar una cobertura robusta, adecuada para la transmisión eficiente de pequeñas cantidades de datos. Sin embargo, su baja tasa de datos limita su aplicabilidad en escenarios que requieren una transmisión más rápida y en tiempo real. Así mismo, no tenemos ninguna restricción aparente en términos de alimentación y cobertura. Por otro lado, el protocolo MQTT presenta una mayor eficiencia en el uso del ancho de banda y su bajo consumo energético, beneficioso para dispositivos IoT con baterías. No obstante, su dependencia de una red ya existente puede añadir una complejidad no justificada (no hay limitaciones de alimentación) a la implementación.

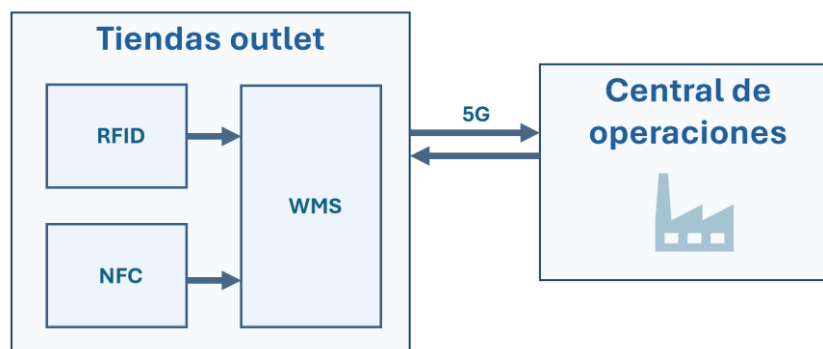


Ilustración 8: Lógica de comunicación en tiendas outlets

En contraste, la tecnología 5G ofrece ventajas significativas, como alta velocidad de transmisión y baja latencia, esenciales para la comunicación en tiempo real y la gestión eficiente de la recolección de estas prendas ya obsoletas. A pesar de su mayor coste y consumo de energía, los beneficios en términos de rapidez, capacidad y fiabilidad justifican su elección, posicionando a 5G como la tecnología más adecuada para optimizar las operaciones de recolección y reciclaje en tiendas outlets.

La siguiente fuente de materia prima para la cual se debe analizar el sistema de recogida, es la ropa de trabajo. Para ello, se distinguirán el caso de grandes compañías industriales (con procesos, volúmenes e infraestructuras más avanzadas) de las pequeñas y medianas empresas que también generan residuos de estos tipos.

En lo relativo a entornos industriales como grandes fábricas y laboratorios, la solución más conveniente es la instalación de contenedores inteligentes en las plantas de aquellas corporaciones que suministren materiales al negocio del presente trabajo. De esta forma, tras la formalización para la compra/venta de ropa de trabajo obsoleta, se debe instalar un contenedor en el cual, los trabajadores depositen sus ropas de trabajo una vez estas hayan acabado su vida útil.

Para ello, serán relevante las siguientes características: ubicación, capacidad, comunicación y sensores de los contenedores. En lo relativo a la ubicación, los contenedores deberán estar en puntos estratégicos de la planta industrial como entradas de vestuarios, áreas de descanso y zonas cercanas a las líneas de producción. De esta forma, se garantizará que los operarios puedan depositar la ropa en el contenedor de

forma sencilla, evitando que la no conveniencia de la ubicación de los contenedores suponga un problema a la hora de reciclar la ropa.

En lo relativo a la capacidad del contenedor, este debe ser adecuado para la cantidad de ropa desechada por la planta, lo cual dependerá de dos variables: el número de trabajadores y la vida útil de la ropa de trabajo. La vida útil promedio de la ropa de trabajo en entornos industriales varía según el tipo de tejido y las condiciones de uso y mantenimiento. Las prendas de algodón 100% generalmente soportan alrededor de 200 ciclos de lavado, aunque en la práctica su duración efectiva suele ser de 70 a 120 ciclos debido al desgaste adicional (Vision Team, 2019). La ropa resistente al fuego (FR) hecha de mezclas de algodón y nylon puede durar entre 18 y 30 meses, mientras que las prendas de mezclas sintéticas pueden soportar hasta 100 ciclos de lavado industrial (LAPCO FR, 2019). Por lo tanto, es razonable asumir que, en promedio, la ropa de trabajo en entornos industriales puede soportar entre 70 y 120 ciclos de lavado, lo que se puede aproximar a un año de vida útil.

Suponiendo entonces que cada trabajador utiliza 5 prendas simultáneas, que cada prenda de trabajo (más voluminosas de lo normal) ocupa unos 5 litros (0,005 m³) y que los contenedores tienen un volumen medio de 3 m³, se tiene lo siguiente:

$$\# \text{ contenedores por trabajador} = \frac{5 \frac{\text{prendas}}{\text{trabajador}} \times 0,005 \frac{\text{m}^3}{\text{prenda}}}{3 \frac{\text{m}^3}{\text{contenedor}}} = 0,0083$$

$$\# \text{ trabajadores por contenedor} = \frac{1 \text{ contenedor}}{0,0083 \frac{\text{contenedores}}{\text{trabajador}}} = 120,48$$

Esto significa que un contenedor de 3 m³ puede gestionar la ropa de trabajo usada de aproximadamente 120 trabajadores durante un año. Pese a que los cálculos son generales, ayudan a estimar el orden de magnitud de la cantidad de contenedores que se deberán instalar para asegurar en cualquier caso que no se desperdicia ropa de trabajo por falta de capacidad de recogida.

Una vez resuelta la cuestión de la cantidad de contenedores en función del número de trabajadores y la localización de estos, es momento de pasar a estudiar los sensores y la comunicación necesaria para automatizar el proceso de recogida una vez llenados los contenedores. La información que queremos monitorizar de los contenedores será cómo de llenos están y cuanto peso están almacenando. Por ello, los sensores que deberemos usar son sensores de nivel ultrasónicos y sensores de peso. De esta forma, cuando el contenedor supere un valor umbral de peso o de llenado, se avisará para que se proceda a la recogida del contenedor.

Respecto a la conectividad y la transmisión de datos, de nuevo la tecnología 5G es la más recomendada debido a su capacidad de proporcionar una comunicación en tiempo real, alta velocidad de transmisión y la capacidad de soportar una gran densidad de dispositivos. Esto garantizará que los datos sobre el llenado y el peso de los contenedores se transmitan de manera eficiente a la central de operaciones, permitiendo

una gestión optimizada y rápida de la recogida de ropa de trabajo obsoleta en grandes compañías industriales.

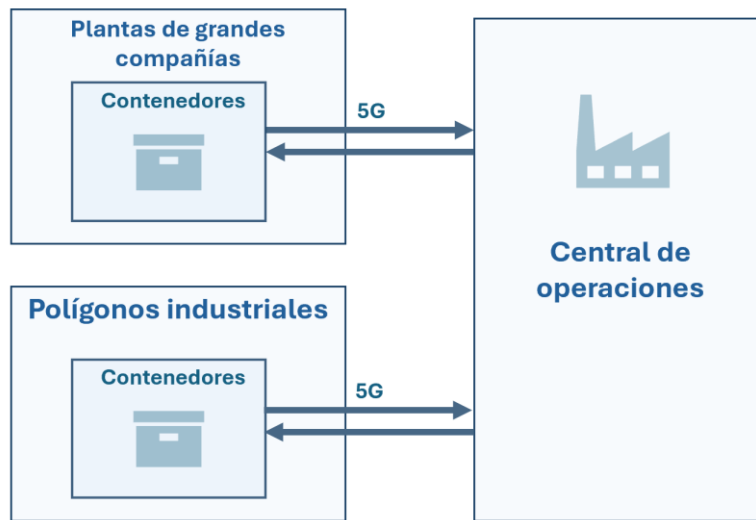


Ilustración 9: Lógica de recogida de contenedores

En lo relativo a las pequeñas y medianas empresas que utilizan ropa de trabajo, no merece la pena la instalación ad-hoc de contenedores en cada una de sus plantas o sedes. El poco volumen de trabajadores de estas empresas y su dispersión geográfica, hacen que la decisión más adecuada sea la instalación de contenedores en puntos estratégicos, donde estas empresas puedan, periódicamente ir a depositar la ropa de trabajo obsoleta. Para ello, se pueden instalar contenedores (también de unos 3 m³) en grandes núcleos industriales a las afueras de las ciudades más relevantes del país. Las características de estos contenedores serían las mismas que las usadas en las instalaciones de las grandes compañías industriales, por lo que contarían de nuevo con sensores ultrasónicos, de peso y sistemas de comunicación 5G.

5.1.2. Logística y transporte

La logística y el transporte de materiales desde puntos de recogida, como tiendas outlet de marcas de lujo, plantas de grandes empresas y polígonos industriales para pequeñas y medianas empresas, hasta una planta de tratamiento, requieren una estrategia bien definida desde el punto de vista logístico. Esta estrategia puede beneficiarse enormemente del uso de algoritmos avanzados de inteligencia artificial y técnicas de análisis de Big Data. El objetivo será el diseño de las rutas óptimas en cada caso, optimizando así los recursos utilizados (camiones, personal y gasolina) y minimizando las emisiones. Como resultado, se tendrá una flota de camiones eficiente desde un punto de vista económico, medioambiental y temporal.

La implementación de algoritmos avanzados de IA en la gestión logística permite optimizar las rutas de transporte mediante el análisis en tiempo real de múltiples variables, como el tráfico, las condiciones climáticas, el estado de las carreteras y la disponibilidad de materiales en los puntos de recogida. Los algoritmos de aprendizaje

automático pueden analizar grandes volúmenes de datos históricos y actuales para predecir patrones de tráfico y detectar cuellos de botella, permitiendo ajustar dinámicamente las rutas de los vehículos de transporte.

Por ejemplo, algoritmos como los de optimización de rutas de vehículos (VRP) con restricciones de capacidad y tiempo pueden ser empleados para asegurar que los camiones recolectores sigan las rutas más eficientes, minimizando el tiempo de viaje y el consumo de combustible (Puri, 2023). Algoritmos específicos como el de Clarke-Wright, A* y los Algoritmos Genéticos son particularmente útiles en la resolución de problemas de VRP. El algoritmo A*, por ejemplo, utiliza matrices heurísticas para guiar su búsqueda y encontrar las rutas más cortas y eficientes en un grafo, tomando en cuenta factores dinámicos como tráfico y clima, los cuales penalizan ciertas posibles rutas (Omdena, 2022).

Los sistemas de gestión de transporte basados en IA no solo calculan las rutas más eficientes, sino que también pueden adaptarse dinámicamente a cambios inesperados en las condiciones del tráfico o la disponibilidad de materiales. Por ejemplo, en caso de congestión de tráfico o incidentes en ruta, los algoritmos pueden recalcular las rutas en tiempo real para evitar retrasos. Asimismo, si se detecta un aumento repentino en la cantidad de materiales en un punto de recogida específico, el sistema puede redirigir vehículos adicionales para gestionar el exceso de carga. Algoritmos de *Reinforcement Learning* pueden ser utilizados para que los vehículos aprendan a tomar decisiones óptimas a través de la experiencia acumulada en el tiempo (Dunajko, 2023).

Estos algoritmos de optimización dinámica de rutas han sido exitosamente incorporados por compañías líderes en logística, como es el caso de UPS, firma la cual ha implementado su sistema llamado ORION (*On-road Integrated Optimization and Navigation*). De esta forma han optimizado las rutas de entrega, ahorrando millones de litros de gasolina al año (UPS, 2020).

Otro uso de los sistemas de monitorización de vehículos en el mantenimiento predictivo de la flota de camiones. Monitorizando el estado del vehículo y el consumo de combustible, se puede mejorar la eficiencia en la reparación de camiones. De esta forma, no solo se reducen notablemente los tiempos de reparación de camiones, si no que se mejora la seguridad del conductor.

Estos sistemas de optimización mantenimiento y rutas requieren de un sistema de IoT que pueda nutrir el algoritmo de datos. Para ello será necesario monitorizar tres aspectos: capacidad de cada camión, localización y estado del vehículo.

Para monitorizar el peso y el volumen de la carga que lleva cada camión, se utilizan sensores de carga y dispositivos de medición de volumen. Los sensores de peso, como las celdas de carga, se instalan en el chasis del camión y pueden medir el peso total de la carga. Estos sensores son capaces de proporcionar datos precisos sobre el peso en tiempo real, lo cual permite al sistema de gestión de flotas asegurar que los camiones no excedan los límites de carga y optimizar la distribución de carga para mejorar la eficiencia del combustible. Los sensores de volumen, por otro lado, utilizan tecnologías como ultrasonidos o infrarrojos para medir el espacio ocupado por la carga dentro del camión.

En cuanto a la localización precisa de los vehículos, se utilizan dispositivos GPS. Con la información proporcionada por el GPS no solo se conoce la ubicación en tiempo real de cada camión, sino que también se registran datos sobre la ruta seguida, la velocidad del vehículo y las paradas realizadas.

Respecto al estado del vehículo, es necesario monitorizar el nivel de combustible y estado general de los componentes del vehículo (para nutrir de datos el sistema de mantenimiento predictivo). Los sensores de nivel de combustible instalados en el tanque de los vehículos permiten monitorizar en tiempo real el consumo de combustible. Estos sensores utilizan tecnologías como flotadores mecánicos, sensores de presión y ultrasonidos para medir con precisión el nivel de combustible. Los datos recogidos son enviados al sistema de gestión de flotas, que puede analizar el consumo de combustible y detectar patrones de consumo ineficientes o posibles fugas (MaxBotix, 2021). Para el estado de los componentes del vehículo, los sensores de diagnóstico a bordo (OBD-II) son útiles para el monitoreo del estado del motor y otros componentes críticos del vehículo. Estos sensores pueden medir la temperatura del motor, la presión del aceite, el estado de la batería, y otros parámetros importantes. Los datos recopilados se utilizan para realizar un mantenimiento predictivo, permitiendo identificar y solucionar problemas potenciales antes de que resulten en fallos graves.

De esta forma, se consigue diseñar una flota de vehículos con mantenimiento predictivo y una elección de rutas eficiente. Así, se consigue optimizar la flota en lo relativo a tiempos, costes y emisiones.

5.1.3. Tratamiento y producción

Para transformar stock obsoleto de lujo y ropa de trabajo en telas recicladas que puedan ser utilizadas como materia prima por empresas de moda, se requiere un proceso ad-hoc para estos materiales. Por ello, el primero paso es el análisis de los tipos de materiales que típicamente se encuentran en la ropa de trabajo y stock obsoleto de lujo.

En las industrias como fábricas, refinerías de petróleo, la industria química y laboratorios, se emplean diversos materiales para la ropa de trabajo diseñados para proteger contra riesgos como exposición química, fuego y calor (Knox, 2023). El algodón y el poliéster se usan frecuentemente en uniformes debido a la comodidad y durabilidad que ofrecen. El nylon y la poliamida son conocidos por su alta resistencia al desgaste, mientras que materiales avanzados como Nomex y Kevlar proporcionan resistencia al fuego y a los cortes. Estos materiales son esenciales en entornos industriales peligrosos por su capacidad para resistir condiciones extremas y proteger a los trabajadores de incidentes graves (Pamuk et al., 2023).

En contraste, la industria de la moda de lujo utiliza materiales como el cuero, debido a su durabilidad y estética, en accesorios como bolsos y cinturones. La lana y la cachemira se emplean en prendas de alta gama por su textura y capacidad de aislamiento térmico. La seda es también común en productos como vestidos. Además, el elastano se añade a muchas prendas para proporcionar elasticidad y mejorar la comodidad, tanto en ropa de trabajo como en moda de lujo.

Clasificación y separación

En esta primera etapa del proceso, se reciben materiales textiles variados, incluyendo uniformes de trabajo (algodón, poliéster, nylon, Kevlar y Nomex) y artículos de lujo (cuero, lana, seda, elastano). Esta complejidad en la composición original de los materiales requiere un sistema de clasificación que pueda identificar y separar eficientemente los distintos materiales para maximizar la calidad final del material reciclado.

La clasificación manual, aunque precisa, es lenta e implica mayor estructura de costes. Además, la variabilidad en la consistencia de los trabajadores puede afectar la calidad y uniformidad de los resultados. La necesidad de un método más rápido, consistente y escalable ha impulsado el desarrollo de tecnologías automatizadas para la clasificación y separación de textiles.

La automatización para la clasificación de textiles ha evolucionado significativamente con la integración de sistemas de espectroscopía infrarroja cercana (NIR) y espectrometría visual (VIS). Estas tecnologías de automatización permiten la identificación precisa de materiales textiles basándose en sus propiedades espectrales. Un ejemplo de cómo estas tecnologías de automatización pueden mejorar la eficiencia del reciclado, es el proyecto *Siptex* en Malmö, Suecia. Esta planta utiliza sistemas NIR y VIS para clasificar textiles por tipo de fibra y color, todo ello manejando grandes volúmenes de material con alta precisión (European Circular Economy Stakeholder Platform, 2024).

En esta planta, los textiles se iluminan y la luz reflejada es analizada por sensores que detectan y, posteriormente, categorizan el tipo de fibra. El sistema concreto utilizado en esta planta es AUTOSORT de TOMRA, proveedor líder mundial en soluciones de clasificación. Esta tecnología ha demostrado ser altamente efectiva en la separación de fracciones textiles por tipo de material y color. Además, la planta en Malmö tiene una capacidad de procesamiento de hasta 4.5 toneladas por hora, lo que demuestra la capacidad de clasificar grandes cantidades de material, haciendo que esta tecnología sea perfectamente escalable y viable en un entorno industrial (Recycling inside, 2021).

A pesar de las ventajas significativas de la automatización, existen ciertos desafíos que justifican la implementación de empleados supervisando la operación. La revisión manual sigue siendo fundamental y necesaria para asegurar la precisión en la correcta identificación de los diferentes materiales.

Un enfoque híbrido que combine la clasificación automatizada con una revisión y ajuste manual proporciona una solución equilibrada que maximiza la eficiencia y precisión de la operación. Este método permite aprovechar las ventajas de la tecnología automatizada para manejar grandes volúmenes y realizar una clasificación preliminar precisa, mientras que los trabajadores humanos pueden intervenir tan solo para realizar un control de calidad y separar materiales que no hayan sido clasificados correctamente durante el proceso automático.

Esta clasificación híbrida, es crucial, ya que cada tipo de material requiere un tratamiento específico. Por ejemplo, el algodón y el poliéster necesitan procesos mecánicos de desfibrado y regeneración, mientras que el nylon y la poliamida pueden ser regenerados mediante procesos térmicos y químicos. Materiales avanzados como Kevlar y Nomex requieren tratamientos específicos debido a su resistencia al calor y productos químicos, y el cuero necesita un proceso de limpieza y acondicionamiento particular.

A continuación, se puede ver un diagrama lógico que explica cuál sería el proceso durante esta etapa del reciclado de ropa de trabajo y stock obsoleto de prendas de lujo.

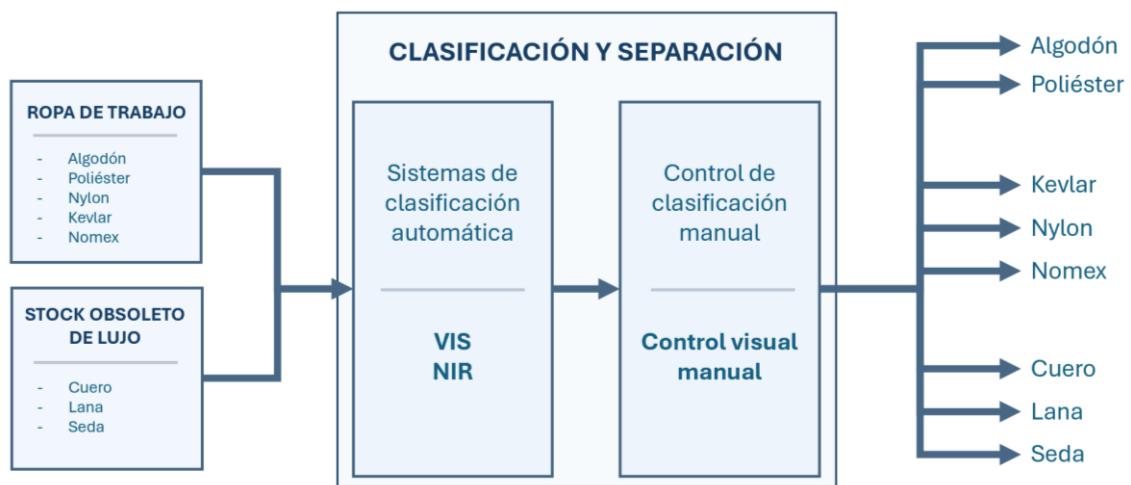


Ilustración 10: Clasificación y separación

En definitiva, esta primera etapa del proceso permite que los materiales se puedan procesar adecuadamente en las siguientes etapas, recibiendo un proceso especializado para cada tipo de material. A partir de este momento, se tratará de forma separada algodón y poliéster, cuero, lana y seda, y, Kevlar y Nomex.

Desmontaje y preparación

En esta etapa se reciben materiales ya clasificados, pero aún con componentes no textiles adheridos (botones, cremalleras, adornos metálicos), por lo que esta fase de desmontaje incluye la eliminación de estos componentes. Cada tipo de material previamente identificado recibirá un proceso diferente

Para el algodón y poliéster, se lleva a cabo un desmontaje mecánico con máquinas de corte y triturado. De esta forma, se podrán eliminar botones, cremalleras y etiquetas. Esta maquinaria, está equipada con cuchillas típicamente de acero templado y su geometría está optimizada para realizar cortes precisos con el objetivo de eliminar botones y cremalleras sin dañar las fibras subyacentes de algodón y poliéster (Stubbe et al., 2024).

Los sistemas de triturado están configurados en varias etapas de trituración, asegurando así la reducción efectiva de los componentes no textiles, mientras que un control automatizado de velocidad y torque previene el sobrecalentamiento y la degradación de las fibras. Además, estas máquinas presentan sensores que monitorizan tanto el desgaste de las cuchillas como las vibraciones de la máquina, de esta forma se permite llevar a cabo un mantenimiento predictivo de dichas máquinas.

En el caso de la lana y la seda, la delicadeza de las fibras de este tipo de materiales hace que el desmontaje manual sea necesario para evitar daños en el material. De esta forma se evitará que la lana se rompa debido a la tensión y que la seda pierda su brillo y suavidad características. Es por ello por lo que, en este caso, los operarios deberán retirar cuidadosamente botones, cremalleras y etiquetas, todo ello utilizando herramientas específicas para no afectar la integridad de las fibras, como pinzas finas, cortadores de hilo o tijeras de costura (Shaikbah, 2023). Para facilitar la facilidad del desmontaje e incluir un sistema de control de calidad, este proceso puede incluir el uso de lupas y luces LED para asegurar una extracción precisa y completa de los componentes no textiles.

En el caso del cuero, vuelve a ser necesaria la intervención humana para la eliminación de componentes no textiles. Para preservar la calidad del material sin dañarlo, los operarios deberán retirar manualmente botones, cremalleras y etiquetas, utilizando para ello herramientas como destornilladores, pinzas, cuchillas y tijeras. Estas herramientas están diseñadas para realizar cortes precisos en el cuero, minimizando las posibilidades de desgarros en el material. Este proceso garantiza la integridad del cuero, evitando daños que podrían comprometer su futura reutilización.

En el caso del Nylon y el Nomex, estas fibras aramídicas, por lo que presentan una alta resistencia a la tracción y una enorme capacidad para soportar temperaturas extremas sin degradarse. El nylon, aunque no es una aramida, también es conocido por su alta resistencia y durabilidad (Xometry, 2022). Estas propiedades hacen que estos materiales sean difíciles de cortar con herramientas convencionales.

Debido a que es crucial que las fibras no sufran daños durante los cortes, se usan cuchillas de carbono reforzado, las cuales presentan una dureza y resistencia mayor a las cuchillas de acero ordinarias. De esta forma se realizan cortes precisos, que puedan cortar a través de componentes no textiles (como cremalleras o botones) sin afectar la integridad de las fibras (Davis, 2024).

Adicionalmente, estos materiales tienden a desgastar rápidamente las cuchillas adicionales, por lo que, pese a que las cuchillas de carbono reforzado sean más caras, el hecho de que sean altamente resistentes al desgaste evita el reemplazo y mantenimiento constante de las mismas.

A continuación, se puede ver un diagrama que refleja el proceso lógico de desmontaje y preparación en función del tipo de material.



Ilustración 11: Desmontaje y preparación

En definitiva, esta etapa del proceso asegura que los materiales estén preparados y libres de componentes no deseados, listos para la limpieza y desinfección. El resultado de esta fase, son por lo tanto materiales textiles libres de componentes no deseados, y listos para el siguiente proceso de limpieza. Ello asegura que los materiales pueden ser tratados sin obstrucciones, mejorando la eficiencia de los pasos posteriores.

Limpieza y desinfección

En esta etapa, los materiales desmontados y preparados, que aún están sucios y contaminados, se someten a un proceso de limpieza y desinfección.

Para la lana y la seda, el proceso de limpieza y desinfección debe ser sumamente cuidadoso, debido a las particularidades de estos materiales que los hacen delicados y susceptibles a daños. Estos materiales requieren detergentes suaves que sean efectivos en la eliminación de suciedad sin dañar las fibras. El lavado debe realizarse en máquinas especializadas con ciclos delicados, que minimicen la agitación y controlen la temperatura del agua para evitar el encogimiento o el desgaste de las fibras (Woolmark, 2024a).

El uso de agua a una temperatura demasiado alta puede dañar irreversiblemente estos materiales, por lo que se emplean sensores de temperatura para monitorizar y ajustar continuamente las condiciones dentro de la lavadora, la cual se debe utilizar a una temperatura de unos 30°C (Vicky, 2023). Además, los sensores de pH son cruciales para asegurar que los detergentes utilizados mantengan un pH balanceado, evitando así la descomposición de las fibras. Por lo tanto, los detergentes con un pH cercano a 7 son ideales ya que no dañan las fibras ni afectan los tintes de los tejidos (Cleanfax Staff, s. f.).

La maquinaria ideal para este proceso incluye lavadoras industriales con configuraciones específicas para prendas delicadas, que permiten ajustar la velocidad de rotación y la temperatura con la precisión necesaria. La desinfección se puede complementar con el uso de vapor a baja temperatura, que ayuda a eliminar bacterias y

ácidos sin necesidad de someter las fibras a condiciones extremas. Este tratamiento asegura que la lana y la seda mantengan su suavidad y resistencia natural, preparándolas para el siguiente paso en el ciclo de reciclaje.

Por otro lado, el algodón, el poliéster y el nylon son materiales robustos, por lo que para su limpieza se emplean detergentes eficaces en la eliminación de manchas de aceite, grasa y otros contaminantes comunes. Las lavadoras industriales utilizadas para estos materiales permiten una agitación vigorosa y un control preciso de la temperatura para optimizar la limpieza sin dañar las fibras (DeVere, 2024). Típicamente estos materiales se lavan a unos 60-70°C, siendo esta una temperatura considerablemente mayor a la utilizada en la desinfección de materiales más delicados como seda o lana.

El uso de vapor a alta temperatura en este proceso es fundamental para la desinfección. Generadores de vapor industriales se encargan de producir vapor a temperaturas elevadas, asegurando la eliminación de bacterias y otros patógenos. Sensores de temperatura y presión son esenciales para monitorizar y mantener las condiciones óptimas durante el proceso de limpieza y desinfección, garantizando que las fibras no se deterioren (Stanton, 2024). De esta forma, se asegura que el algodón, el poliéster y el nylon se limpien y desinfecten de manera eficaz, preparándolos para el triturado y desfibrado posterior.

Para la limpieza y desinfección del Kevlar y el Nomex, materiales aramídicos de alta resistencia al calor y a los cortes, es de capital importancia mantener condiciones controladas. El lavado debe realizarse a temperaturas por debajo de 60°C para el Kevlar y hasta 95°C para el Nomex, aunque se recomienda no superar los 60°C para ambos para prolongar su vida útil. Además, es fundamental utilizar detergentes neutros y evitar acondicionadores tradicionales que puedan dañar las fibras.

El proceso de lavado se basa en un ciclo de lavado principal con detergente neutro en una lavadora industrial programada para materiales delicados, minimizando así el desgaste mecánico. Después, se realizan al menos dos ciclos de enjuague para eliminar residuos de detergente y desinfectante. El secado debe hacerse a baja temperatura para evitar daños por calor (Nomex, 2024).

Las lavadoras industriales utilizadas deben estar equipada con sensores de temperatura para controlar el agua y el secado, sensores de pH para mantener soluciones neutras, y sensores de humedad para prevenir el sobre secado (Du Pont, 2024).

El cuero, al ser un material natural que requiere un cuidado específico, deberá ser tratado con productos que eliminen la suciedad sin dañar ni resecar el material. El proceso se realiza utilizando limpiadores a base de agua y/o solventes diseñados específicamente para el cuero. Estos productos son aplicados mediante equipos de limpieza con cepillos suaves, que aseguran la limpieza de contaminantes sin abrasar el material (Dreesmann, 2023).

Adicionalmente, después de la limpieza se debe aplicar un acondicionador de cuero para restaurar la humedad y mantener la flexibilidad del material. Con el objetivo de asegurar la calidad del tratamiento, se utilizan sensores de humedad y temperatura que monitorizan las condiciones durante el proceso de limpieza y acondicionamiento. La temperatura debe ser el ambiente, típicamente entre unos 15-25°C, mientras que la

humedad ideal para tratar el cuero se encuentra entre 40% y 50% (Kwabena, 2024). Estos sensores garantizan que el cuero no se seque en exceso ni se dañe por condiciones ambientales adversas (Maritz, 2024).

A continuación se muestra un diagrama en el que se puede ver, a modo de resumen, el proceso lógico al que se somete cada uno de los distintos materiales.



Ilustración 12: Limpieza y desinfección

En definitiva, esta etapa del proceso de reciclado garantiza que, una vez lavados y desinfectados, los materiales estén limpios y desinfectados, listos para el triturado y desfibrado.

Triturado y desfibrado

En esta etapa, los materiales textiles ya limpios y desinfectados se Trituran y desfibran para posteriormente convertirlos en fibras reutilizables. De nuevo, cada material va a experimentar un proceso distinto, en función de sus características y requerimientos.

Para las mezclas de algodón y poliéster, se lleva a cabo un proceso de disolución química. Este proceso está basado en la capacidad de ciertos solventes para separar selectivamente los componentes de una mezcla, que en este caso es algodón y poliéster.

El poliéster se disuelve usando solventes como el dimetilsulfóxido o líquidos iónicos, mientras que el algodón permanece intacto (De silva et al., 2014). Tanto el dimetilsulfóxido como los líquidos iónicos, se ha demostrado su eficacia en la disolución del poliéster sin dañar significativamente el algodón. En el caso de los líquidos iónicos, estos son solventes de baja volatilidad y alta estabilidad térmica que pueden disolver eficazmente el poliéster a temperatura moderada. Los estudios han demostrado que, además, estos líquidos iónicos son reciclables, reduciendo así el impacto ambiental del proceso. Estos solventes serán los que conseguirán descomponer

el poliéster en sus monómeros básicos, mientras preservan la estructura del algodón (Wang & Salmon, 2022).

Después de llevar a cabo la disolución química, el algodón restante se tritura y desfibra, utilizando para ello máquinas de carado y triturado. El carado es una técnica que utiliza rodillos equipados con púas para alinear y limpiar las fibras de algodón, eliminando impurezas y preparando las fibras para la siguiente etapa. Posteriormente, el triturado se encarga de romper las fibras en fragmentos más pequeños y manejables, lo que mantiene su calidad para futuros usos (Wang & Salmon, 2022).

Por otro lado, las fibras de poliéster disueltas se recuperan mediante un proceso de precipitación controlada para formar chips de poliéster. Este procedimiento implica ajustar la concentración del solvente y las condiciones de enfriamiento para inducir la formación de partículas sólidas de poliéster. Estos chips serán posteriormente fundidos y extruidos en nuevas fibras (Byrne & De silva, 2015).

Para el reciclaje del nylon, se utiliza un proceso similar al de las mezclas de algodón y poliéster, basado en la disolución química y extrusión. El proceso comienza con la disolución del nylon utilizando solventes como el ácido fórmico o el ácido acético, que han demostrado ser efectivos para descomponer el nylon en sus monómeros básicos. Estos solventes permiten separar el nylon de las mezclas y recuperar sus componentes de manera eficiente.

Una vez disuelto, el nylon se recupera mediante un proceso de precipitación controlada, en el cual se ajusta la concentración del solvente y las condiciones de enfriamiento para inducir la formación de partículas sólidas de nylon. Estas partículas se secan y se funden para ser extruidas en nuevas fibras de nylon (Datta et al., 2018).

Para la lana y la seda, será necesario un triturado mecánico suave, para evitar daños en las fibras. El primer paso será la alimentación de materiales para el triturado, el cual se realiza mediante sistemas de alimentación vibratorios y de velocidad variable. Así se consigue no sobrecargar a la máquina con demasiada lana y seda.

Este proceso involucra el uso de máquinas trituradoras ajustadas para aplicar menos presión y minimizar el daño a las fibras. El uso de peines finos en el proceso de trituración puede ayudar a desenredar y alinear las fibras sin comprometer su estructura. Es por ello por lo que los equipos que permitan ajustes en la fuerza de trituración y en la velocidad son preferibles.

Este método, que implica la separación y alineación de las fibras usando peines muy finos, ayuda a mantener la longitud y la integridad de las fibras. De esta forma, esta maquinaria está diseñada para trabajar a velocidades controladas y con una distancia óptima entre los dientes, lo que minimiza el estrés sobre las fibras. Esta tecnología permite no solo la alineación de las fibras, sino también la eliminación de impurezas y fibras más cortas, mejorando así la calidad del producto final (Vijay & Narendhirakannan, 2023).

El resultado de estos procesos es la obtención de fibras de lana y seda desfibradas y alineadas, listas para las etapas de cardado e hilado. Este enfoque garantiza la

preservación de las propiedades intrínsecas de las fibras, como su elasticidad y resistencia, lo que es esencial para la producción de textiles de alta calidad.

Debido a las características de estos materiales, el proceso de triturado de Kevlar y Nomex requiere el uso de trituradoras especializadas diseñadas específicamente para manejar la alta resistencia y durabilidad de estos materiales. Estas trituradoras están equipadas con cuchillas de carbono reforzado, que ofrecen una mayor resistencia al desgaste y durabilidad. Además, las cuchillas están revestidas con titanio, lo que proporciona una capa adicional de protección contra la abrasión y prolonga la vida útil de la maquinaria (Shiju et al., 2020).

El proceso de triturado se inicia con la carga de los materiales a la trituradora. Para evitar sobrecalentamiento en el equipo, la alimentación de materiales se debe realizar de manera lenta y controlada, lo cual se puede conseguir con alimentadores vibratorios o transportadores de velocidad variable. La trituración se lleva a cabo a una velocidad controlada mediante un sistema de monitoreo en tiempo real, con sensores de temperatura y carga. Este sistema ajusta automáticamente la velocidad de las cuchillas según las condiciones del material y la carga de trabajo. De esta forma, se puede prevenir el sobrecalentamiento de las cuchillas, reducir el desgaste innecesario, así como evitar la degradación térmica de las fibras de Kevlar y Nomex (Rout et al., 2022).

Adicionalmente para asegurar que las cuchillas y el material procesado se mantengan a una temperatura óptima, se incorpora un sistema de enfriamiento líquido en la trituradora. Este sistema de enfriamiento utiliza un circuito cerrado de líquido refrigerante que circula a través de conductos integrados en el cuerpo de la trituradora. La refrigeración, no solo protege las cuchillas, sino que también evita la degradación térmica de las fibras procesadas.

Para el desfibrado de estos materiales abrasivos, se requieren cuchillas de carburo de tungsteno, material con una gran dureza y resistencia. Dentro de la desfibradora, los materiales pasan por dichas cuchillas, las cuales están diseñadas para cortar y descomponer los fragmentos de material en fibras individuales. A medida que los materiales avanzan a través de la desfibradora, las cuchillas realizan cortes precisos y repetitivos, separando las fibras del material triturado. Durante todo este proceso, los sistemas automatizados de la máquina ajustan continuamente la fuerza y la velocidad de las cuchillas. Sensores incorporados monitorean la resistencia del material y las condiciones operativas, permitiendo ajustes en tiempo real que optimizan el proceso de desfibrado. Esto asegura una separación eficiente de las fibras sin comprometer su integridad estructural (Do All Sawing Products, 2024).

El proceso de triturado del cuero comienza con el uso de trituradoras especializadas equipadas con cuchillas de acero endurecido. Estas cuchillas están diseñadas específicamente para manejar la densidad y resistencia inherente al cuero, asegurando una reducción eficiente del tamaño del material sin causar un desgaste excesivo al equipo. La dureza y la configuración de las cuchillas permiten una operación prolongada y eficiente, minimizando la necesidad de mantenimiento frecuente y prolongando la vida útil de la maquinaria (Metal, 2024).

El proceso de carga y alimentación de los restos de cuero en la trituradora se realiza mediante sistemas automatizados, como alimentadores vibratorios, que garantizan una distribución uniforme de los fragmentos de cuero, y transportadores de velocidad variable. Estos sistemas permiten una alimentación controlada y continua del material, previniendo así la sobrecarga del equipo y garantizando una operación estable.

Una vez dentro de la trituradora, el cuero se somete a un proceso de trituración en el que se reduce a pequeños pedazos. La trituración se lleva a cabo a una velocidad controlada, gestionada por un sistema de monitoreo en tiempo real. Este sistema incorpora sensores de carga que monitorean la densidad y resistencia del cuero, ajustando dinámicamente la velocidad de las cuchillas para optimizar el proceso de trituración.

Después de la trituración, los pedazos de cuero pasan a través de un sistema de limpieza superficial diseñado para eliminar contaminantes que hayan podido adquirir durante la trituración y transporte. El agua utilizada en el proceso de limpieza se recicla mediante sistemas de filtración, que eliminan las impurezas y permiten su reutilización.

Una vez finalizada esta etapa, el cuero está triturado y limpio, preparado para ser reconstruido mediante el uso de aglutinantes en la siguiente fase del proceso.

A continuación, se muestra el diagrama lógico que explica el proceso de triturado y desfibrado para los distintos materiales.



Ilustración 13: Triturado y desfibrado

En definitiva, este proceso de triturado y desfibrado, garantiza una trituración uniforme y eficiente, y prepara las fibras de todos los materiales para su regeneración.

Regeneración de fibras

La regeneración de fibras textiles es una etapa clave en el proceso de reciclaje textil, donde las fibras trituradas se convierten en nuevas fibras que pueden ser hiladas y tejidas nuevamente. Este proceso varía según el tipo de material, ya que cada fibra tiene propiedades y requerimientos específicos.

En lo respectivo a la lana, la seda y el algodón, el primer paso en el reciclaje es el cardado y el peinado. Primero, durante el cardado, las fibras se alimentan a través de máquinas equipadas con peines de alambre fino que, girando, desenredan, alinean y limpian las fibras. Las fibras avanzan a través de rodillos que las disponen de manera paralela y eliminan las impurezas mediante succión o tamizado. También es común el uso de lubricantes sintéticos y agua en estos procesos, para reducir la fricción, minimizando la rotura de fibras. El objetivo es formar una masa homogénea de fibras conocida como *sliver* (Kiron, 2022). El peinado posterior al cardado asegura que las fibras queden alineadas y se eliminan las fibras cortas restantes (Woolmark, 2024).

El siguiente paso en la regeneración de fibras de lana, seda y algodón, es el re-spinado. Durante este proceso, las fibras peinadas se preparan para el hilado, asegurándose de que estén libres de enredos. Estas fibras se alimentan de manera controlada a máquinas de hilado adaptadas para manejar este tipo de fibras. Durante esta fase de hilado, las fibras se retuercen para formar hilos uniformes. Para ello, la tensión y la velocidad deberán ser las idóneas para evitar el daño en las fibras de cada material. En el caso de la seda, la tensión deberá ser mínima para no dañar el material, pero la torsión deberá ser más apretada ya que la seda no presenta escamas (como sí lo hace la lana), por lo que la torsión es el único factor que mantiene unidas las fibras en el hilo. Por otro lado, la lana sí presenta escamas que se entrelazan durante el hilado, proporcionando al hilo cohesión sin necesidad de una torsión excesiva (Lamb, 2021).

Finalmente, se realiza un acabado suave para mejorar la suavidad y el brillo de las nuevas fibras generadas. Para ello, los nuevos hilos se sumergen en soluciones de suavizantes y agentes acondicionadores y, posteriormente, se aplica un tratamiento térmico suave para fijar dichos suavizantes en las fibras. Después, los hilos se enjuagan para eliminar el exceso de producto y finalmente se secan para garantizar un acabo de calidad (Omerogullari Basyigit, 2020).

El primer paso para la regeneración de fibras de poliéster y nylon es la fundición de los chips de poliéster y nylon que obtuvimos en la anterior etapa del proceso de reciclado. Los chips se calientan hasta alcanzar su punto de fusión, donde se vuelven viscosos y pueden ser moldeados. El punto de fusión de dichos chips está típicamente en 260°C para el poliéster y 220°C para el nylon (Service Thread, 2015). En este estado, ambos polímeros se vuelven viscosos y están listos para la extrusión (Kiron, 2021a).

Una vez fundidos, los chips se empujan a través de una hilera (una placa con pequeños agujeros) para formar filamentos continuos. Este proceso se conoce como hilatura de fusión. Es crucial mantener una temperatura precisa durante la fusión para evitar la degradación del material y garantizar la uniformidad de las fibras. Asimismo, la viscosidad del polímero fundido debe ser controlada para asegurar que las fibras tengan una resistencia y elasticidad adecuadas. Una viscosidad inadecuada puede provocar

fibras débiles o demasiado rígidas, afectando su funcionalidad en aplicaciones textiles (Kiron, 2021a).

Durante la hilatura, el polímero fundido se enfría rápidamente al pasar por la hilera, solidificándose en forma de filamentos continuos. Estos filamentos son luego bobinados y pueden ser sometidos a tratamientos adicionales como el estirado y el texturizado para mejorar sus propiedades mecánicas y estéticas. Este proceso produce nuevas fibras de nylon y poliéster, que están listas para ser teñidas y posteriormente utilizadas en la fabricación de telas recicladas.

El proceso de regeneración del Kevlar y el Nomex implica una despolimerización seguida de una repolimerización para mantener las propiedades originales de las fibras. La despolimerización se realiza mediante la aplicación de calor y agentes químicos. Al ser el Kevlar y el Nomex polímeros aramídicos, requieren una despolimerización para romper las largas cadenas poliméricas en monómeros o pequeños oligómeros que pueden ser repolimerizados para formar nuevas fibras con propiedades similares a las originales. Estos monómeros son típicamente par-fenilendiamina y cloruro de tereftaloilo para Kevlar, y metafenilendiamina y cloruro de isoftaloilo para Nomex (Dupoint, 2024).

Para estos materiales, las fibras se someten a una despolimerización térmica y química, que descompone las largas cadenas poliméricas en fragmentos más pequeños. Por ello, en este proceso se lleva al material a temperaturas elevadas, generalmente en presencia también de agentes químicos que catalizan la ruptura de cadenas. Este proceso se lleva a cabo típicamente entre 500-600°C para el Kevlar y una ligeramente menor temperatura en el caso del Nomex, para permitir así la ruptura de cadenas.

La polimerización es una reacción química en la que los monómeros se unen para formar largas cadenas poliméricas. Esta reacción es típicamente ser una polimerización por condensación, donde se eliminan pequeñas moléculas como agua o ácido clorhídrico. La repolimerización de los monómeros recuperados se realiza en condiciones controladas de temperatura, asegurando que las nuevas fibras mantengan la resistencia y durabilidad del Kevlar y Nomex original. En el caso del Kevlar, la reacción se suele llevar a cabo a temperaturas de 180-150°C. Una repolimerización inadecuada puede resultar en una disminución de las propiedades mecánicas y térmicas de las fibras regeneradas. Otra variable clave en el proceso de repolimerización es la presión. Presiones adecuadas aseguran que los monómeros se combinen de manera eficiente y formen cadenas poliméricas con alta cristalinidad y orientación molecular, características que contribuyen significativamente a las propiedades de alta resistencia y estabilidad térmica del Kevlar y Nomex. Una presión insuficiente puede resultar en una polimerización incompleta, mientras que una presión excesiva puede inducir tensiones internas en las fibras, afectando negativamente su rendimiento (Kiron, 2021).

Adicionalmente, durante la reacción de polimerización, se añaden catalizadores para acelerar la reacción de polimerización. Por ejemplo, en el caso del Kevlar, se pueden usar ácidos como catalizadores para facilitar la reacción entre los monómeros. El objetivo de estos catalizadores ácidos es facilitar la unión de monómeros sin consumir reactivos (Du Pont, 2024).

Después de la polimerización, las nuevas fibras poliméricas se enfrían gradualmente para estabilizar sus propiedades mecánicas y térmicas. Este enfriamiento controlado evita la formación de tensiones internas que podrían debilitar las fibras. Finalmente, las fibras se procesan en máquinas de hilado para formar filamentos continuos. Este paso requiere un control preciso de la temperatura y la presión para asegurar que las fibras mantengan su resistencia y durabilidad. Las máquinas de hilado deben ser capaces de manejar las fibras regeneradas sin degradarlas, garantizando que las propiedades originales de resistencia al calor y a los productos químicos se mantengan intactas. Además, estos materiales son enrollados en bobinas, ya que esta será la forma en la que se someten al proceso de teñido.

La reconstitución del cuero implica mezclar los fragmentos previamente triturados con agentes aglutinantes, como el poliuretano. Esta mezcla se somete a procesos de compresión y moldeo para formar nuevas hojas de cuero regenerado. El uso de poliuretano como aglutinante es una elección popular debido a sus propiedades de durabilidad y flexibilidad. La mezcla se realiza en reactores que aseguren una dispersión homogénea del aglutinante a través de los fragmentos de cuero (Jackson, 2023).

Una vez que los fragmentos de cuero y el poliuretano están completamente mezclados, la mezcla resultante se somete a procesos de compresión y moldeo. Este paso es fundamental para la formación de nuevas hojas de cuero regenerado. Se utilizan prensas hidráulicas que aplican una presión uniforme sobre la mezcla, asegurando así la cohesión y densidad del material. Durante la compresión, es importante controlar parámetros como la temperatura y la presión para garantizar que el poliuretano se cure adecuadamente y forme un enlace duradero con los fragmentos de cuero (Leather Honey, 2024).

Una vez formado, el cuero regenerado se somete a una serie de tratamientos de acabado. Un ejemplo es el acabado con poliuretano a base de agua, el cual ha demostrado ser efectivo y más seguro para los trabajadores de la industria del cuero, evitando el uso de solventes orgánicos. Estos tratamientos son cruciales para asegurar que el cuero reciclado tenga una apariencia y tacto similar al cuero genuino, lo que es esencial para su aceptación en el mercado. Finalmente, el cuero tratado se seca bajo condiciones controladas para evitar deformaciones. En algunas instancias, se pueden aplicar capas adicionales de polímeros o ceras para proteger y dar un acabado final al material.

A continuación, se muestra el diagrama lógico que resume el proceso de regeneración de fibras, detallando las distintas etapas a las que se somete cada material.

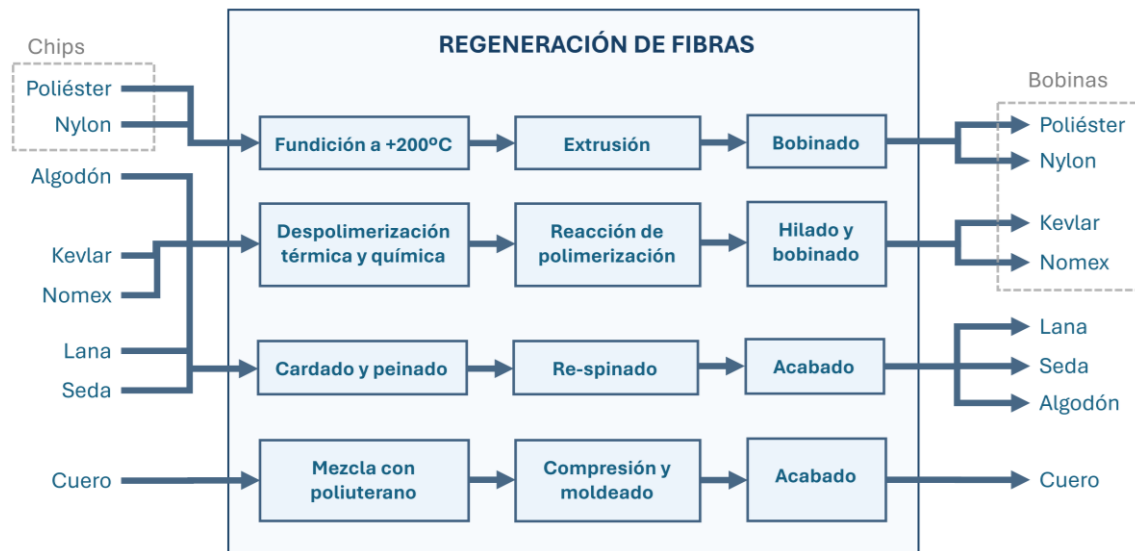


Ilustración 14: Regeneración de fibras

Teñido y acabado

Finalmente, las nuevas fibras textiles regeneradas se someten a procesos de teñido y acabado. Los colores que se utilizarán para teñir las prendas son negro, blanco, beige, carbón, azul marino y verde. Esto se decide ya que dichos colores, como se ha visto en anteriores capítulos, son tendencias populares entre la Generación Z

El proceso de teñido, aunque sigue una estructura general para el caso de seda, lana y algodón, debe ajustarse a las particularidades de cada material para asegurar la máxima calidad y durabilidad del color. El primer paso en cualquier proceso de teñido es la preparación del material. En el caso del algodón, esto implica desgomado y blanqueo para asegurar una superficie uniforme y receptiva. Para la lana y la seda, la limpieza es más suave debido a la naturaleza más delicada de estas fibras proteicas; la lana necesita eliminar grasas naturales mientras que la seda requiere la eliminación de la sericina.

La aplicación del tinte varía según el tipo de colorante adecuado para cada fibra. El algodón, siendo una fibra celulósica, se tiñe mejor con colorantes reactivos, que requieren un baño de teñido con un pH alcalino ajustado con soda cáustica o carbonato de sodio. Por otro lado, la lana y la seda, ambas fibras proteicas, responden mejor a los colorantes ácidos, que requieren un baño de teñido con un pH ácido, ajustado con ácido acético o ácido fórmico (Yu & Tang, 2024).

La fijación del colorante es una etapa crucial y varía en temperatura y tiempo dependiendo del material. Para el algodón, la temperatura del baño se eleva hasta 60-90°C para promover la reacción química entre el tinte y la fibra (Williams, 2024). En el caso de la lana y la seda, la temperatura también se incrementa gradualmente hasta unos 85-100°C, pero con mayor cuidado para evitar el choque térmico de la lana, así como para proteger las fibras de seda (Yu & Tang, 2024).

El lavado final es un paso fundamental para todas las fibras, asegurando que el exceso de tinte no fijado sea eliminado. El algodón teñido se lava repetidamente con agua

limpia, mientras que la lana y la seda se enjuagan con agua fría y, en el caso de la seda, se trata con un suavizante para restaurar su flexibilidad y brillo natural.

El proceso de teñido de poliéster y nylon, aunque siguen una dinámica general similar, presenta diferencias clave debido a las propiedades químicas de estas fibras sintéticas. El poliéster, una fibra derivada del petróleo, se tiñe mejor con colorantes dispersos, mientras que el nylon puede ser teñido tanto con colorantes ácidos como dispersos. Ambos materiales ser recibirán enrollados en bobinas y preparados para el inicio del proceso de teñido.

Durante la aplicación del tinte, el poliéster se tiñe en un baño de teñido donde los colorantes dispersos se dispersan en agua con la ayuda de agentes dispersantes. Estos colorantes, conocidos por su capacidad de penetrar las fibras sintéticas a temperaturas elevadas, se aplican en un medio ligeramente ácido. Por otro lado, el nylon puede teñirse en un baño similar si se utilizan colorantes dispersos, pero también puede emplear colorantes ácidos, que requieren un pH ácido, típicamente ajustado con ácido acético o fórmico (Holland, 2015).

La fijación del color es una etapa crítica y varía en temperatura según la fibra. Para el poliéster, se requiere una temperatura alta, usualmente alrededor de 130°C, y el proceso puede realizarse en autoclave o mediante teñido a alta temperatura y presión. Esta alta temperatura asegura que el tinte penetre completamente en la fibra y se fije adecuadamente. En el caso del nylon, la fijación con colorantes ácidos se realiza a temperaturas más bajas, generalmente entre 85 y 100°C, para evitar el daño a la fibra. Si se utilizan colorantes dispersos para el nylon, las temperaturas pueden ser similares a las del poliéster, alrededor de 130°C (Muntasir, 2022).

Finalmente, después de la fijación, es crucial realizar un lavado exhaustivo del material teñido para eliminar cualquier tinte no fijado. Este paso asegura la solidez del color y previene el desteñido del tinte durante el uso posterior. El lavado implica múltiples enjuagues con agua limpia y puede incluir un tratamiento final con suavizantes en el caso del nylon para mantener la flexibilidad de la fibra (Rahman, 2023).

De nuevo, al ser Kevlar y Nomex son fibras aramidas, presentan desafíos significativos para su teñido. Ambos materiales se reciben enrollados en bobinas y requieren procesos especializados debido a la poca eficacia de los colorantes convencionales con estos tejidos. El proceso de teñido de ambas fibras es bastante similar, salvo algunas diferencias que se deben tener en cuenta (UniVOOK Chemical, 2024).

Para teñir Kevlar y Nomex, se utilizan principalmente colorantes ácidos y dispersos, ya que estos tintes tienen una alta afinidad por las fibras aramidas y pueden penetrar en la estructura cristalina densa. El proceso comienza con la preparación de la fibra, que implica un acondicionamiento para aumentar su receptividad al tinte. En esta etapa, se elimina cualquier pigmento residual natural, lo cual se logra mediante un proceso de blanqueo utilizando una combinación de peróxido de hidrógeno e hidróxido de sodio. Este paso es crucial para asegurar una superficie uniforme para el teñido (Opwis et al., 2020).

La aplicación del tinte se realiza a alta temperatura en autoclaves. Estos dispositivos, las autoclaves, utilizan vapor a alta presión, lo cual permite tener las condiciones de

temperatura necesarias para que los colorantes ácidos o dispersos penetren profundamente en la fibra, superando su resistencia química y alta cristalinidad. Para ambos materiales, el baño de teñido se mantiene generalmente a una temperatura de 60-90°C y se controla el pH del baño para asegurar la activación adecuada del tinte. Es fundamental evitar condiciones de pH extremas durante el teñido. Un pH demasiado ácido o alcalino puede debilitar las fibras. Por ello, se mantiene un pH neutro o ligeramente ácido durante el proceso. Este teñido a alta temperatura permite que los colorantes se adhieran firmemente a las fibras (Weavertextile, 2023).

Una diferencia notable en el proceso es la fijación del color. Para Kevlar, este paso requiere un tratamiento prolongado, desde 30 minutos hasta 2 horas, a alta temperatura, típicamente 180-220°C, para asegurar la penetración completa del tinte en las fibras (Du Pont, 2024). En el caso de Nomex, este material no solo soporta altas temperaturas, sino que también puede resistir la exposición directa al fuego sin continuar ardiendo una vez retirada la fuente de calor. La temperatura recomendada para la fijación del color en Nomex es de aproximadamente 130°C. Temperaturas más bajas pueden resultar en una fijación insuficiente del color, mientras que temperaturas excesivamente altas pueden degradar las propiedades ignífugas del material (Dupoint, 2024).

Después del teñido, tanto Kevlar como Nomex deben ser lavados cuidadosamente para eliminar cualquier residuo químico. Este lavado implica el uso de detergentes suaves para evitar dañar las fibras y enjuagues repetidos hasta que el agua salga clara, asegurando así la estabilidad y solidez del color obtenido.

En el caso del cuero, este debe ser primero desengrasado y acondicionado para el teñido. Este paso comienza con la eliminación de grasas y aceites mediante detergentes y soluciones desengrasantes. Adicionalmente, se somete a un acondicionamiento mecánico que puede incluir el lijado para asegurar una superficie uniforme que permita una absorción homogénea del tinte.

Para la aplicación del tinte, se utilizan colorantes anilina, conocidos por su capacidad de penetrar profundamente en las fibras del cuero. El proceso se realiza en un baño de teñido donde el cuero se sumerge en una solución de tinte. Es fundamental controlar parámetros como la temperatura del baño, el pH y la concentración del tinte para lograr una coloración uniforme. En el caso de colores oscuros como el negro y el carbón, una temperatura más alta puede ser necesaria para asegurar una penetración profunda y una fijación duradera del tinte (Classy Leather Bags, 2023).

En lo relativo al pH, generalmente, se mantiene un pH ligeramente ácido para optimizar la absorción del tinte. La duración del baño puede variar según el tipo y grosor del cuero, así como el color deseado. Respecto a la concentración del tinte, colores como el beige y el blanco requieren concentraciones de tinte más bajas para evitar una coloración demasiado intensa, mientras que colores como el azul marino y el verde pueden necesitar concentraciones más altas para lograr la profundidad deseada (Concord, 2024).

La fijación del tinte es un paso crítico para asegurar que los colorantes se adhieran firmemente a las proteínas del cuero. Este proceso generalmente implica tratar el cuero a temperaturas típicamente de unos 50°C. En algunos casos, se utilizan agentes fijadores

adicionales que reaccionan con el tinte y las fibras del cuero para mejorar la solidez del color (Manchanda, 2024).

Finalmente, el acabado es esencial para mejorar tanto la durabilidad como la apariencia del cuero teñido. Se aplican recubrimientos protectores, que pueden ser acrílicos o de poliuretano, mediante pulverización o rodillo. Estos acabados no solo proporcionan una capa de protección contra el desgaste y los daños ambientales, sino que también pueden impartir características específicas como brillo, suavidad o resistencia al agua.

A continuación, se muestra a modo de resumen el diagrama lógico del proceso de teñido para los distintos materiales.

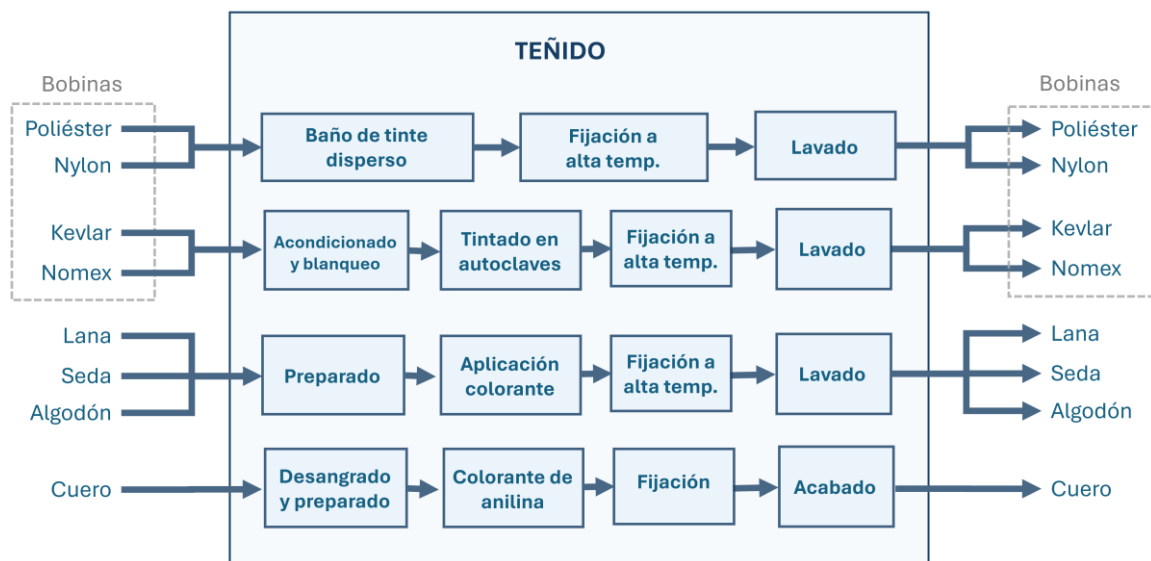


Ilustración 15: Teñido

De esta forma, tenemos ya las fibras regeneradas y teñidas de algodón, poliéster, nylon, Kevlar, Nomex, lana, seda, y cuero. Estas fibras, como se mencionó al principio del proceso de teñido, son teñidas con los colores predominantes en las tendencias de la Generación Z, los cuales son negro, blanco, beige, carbón, azul marino y verde.

5.1.4. Empaquetado y envío

Una vez tenemos las fibras regeneradas y teñidas de todos los distintos materiales textiles recuperados, es momento de su *packaging* y envío.

Para el caso de los materiales hilados, es decir, el algodón, poliéster, nylon, Kevlar, Nomex, lana y seda, estos se enrollan en bobinas para facilitar su manejo, almacenamiento y transporte. Como se ha visto anteriormente, el poliéster, nylon, Kevlar y Nomex, fueron enrollados en bobinas tras la regeneración de fibras y previo al teñido. Por otro lado, para el algodón, lana y seda, se tendrá que enrollar en bobinas, mediante el uso de máquinas bobinadoras, en esta fase posterior al teñido. Las bobinas permiten mantener las fibras ordenadas, sin enredos y con una estructura compacta que optimiza el espacio. Se utilizan bobinas con diferentes diámetros y anchuras, adaptadas

a las características específicas del material, por ejemplo, fibras más delicadas como la seda y la lana requieren bobinas de mayor diámetro para evitar la compresión excesiva.

Una vez enrolladas, las bobinas se envuelven con *film* plástico estirable utilizando máquinas envolvedoras automáticas. Este *film* proporciona una barrera contra la humedad, el polvo y otros contaminantes. Se aplica con una tensión controlada para asegurar una protección uniforme sin deformar la bobina.

En el caso de cuero, al no ser este un material en hilo y ser considerablemente más rígido, no se enrolla en bobinas. En su lugar, se apila y se envuelven en papel *kraft* para proteger el cuero de la humedad, la luz y el polvo. De esta forma, el papel *kraft* actúa como una barrera transpirable que evita la acumulación de humedad.

Las piezas de cuero envueltas se colocan en cajas de cartón corrugado de alta resistencia, diseñadas para soportar el peso y proteger las piezas durante el transporte. Estas cajas suelen estar reforzadas con cintas adhesivas y esquinas de cartón para evitar deformaciones y proporcionar una mayor estabilidad estructural. Además, se pueden incluir separadores internos para evitar el contacto directo entre las piezas y prevenir roces o abrasiones.

Después de ser empaquetadas, cada bobina se etiqueta con información detallada sobre el tipo de material, peso, longitud y destino. Este etiquetado se realiza mediante impresoras industriales que utilizan etiquetas resistentes a condiciones como la humedad y el roce. Además de la información básica, se incluye un código QR que permita la trazabilidad del material durante todo el proceso logístico de envío a cliente, evitando así potenciales errores. De esta forma, tal y como se puede observar en el siguiente diagrama, se completa la etapa de empaquetado.

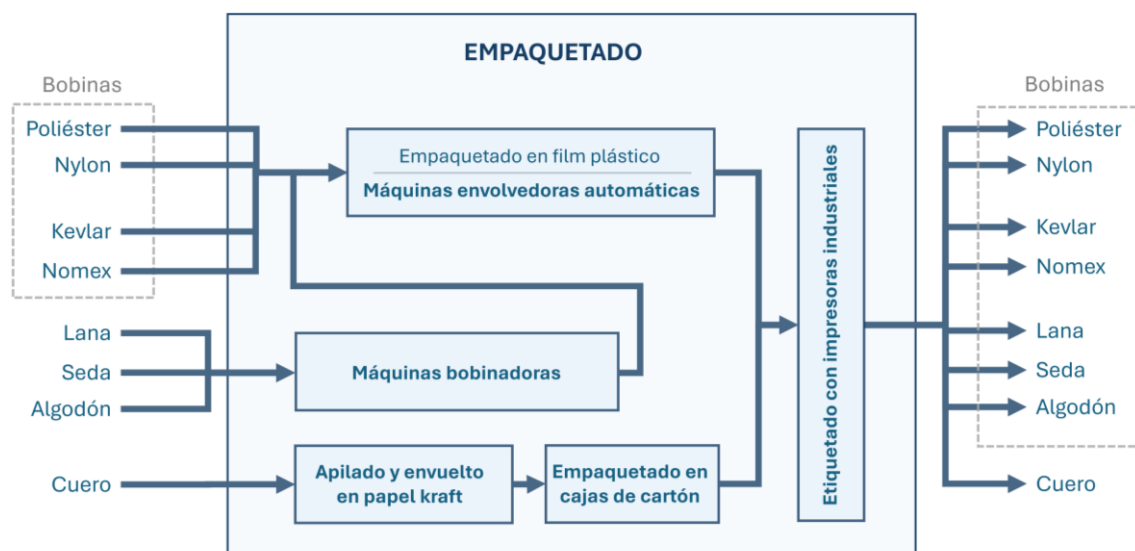


Ilustración 16: Empaquetado

Una vez empaquetados e identificados todos los materiales, es el momento del envío. Para ello, se distinguirán en caso de dos clientes tipo. Por un lado, se tendrán clientes grandes, los cuales serán firmas de moda *retail* que fabriquen grandes volúmenes de

productos en el sector premium-lujo. Por otro lado, se tendrán clientes más pequeños, los cuales serán pequeñas y medianas empresas dedicadas a la confección de prendas con un menor volumen de producción y un enfoque más artesanal.

La principal diferencia de este tipo de clientes es la capilaridad en la red de transporte necesaria para llegar a ellos. En el caso de los grandes clientes, los pedidos son típicamente de mayor volumen, y el punto de entrega está centralizado en la planta de fabricación de dicha firma. Por otro lado, en el caso de las pequeñas y medianas empresas, no solo el pedido medio es de mucho menor volumen, si no que el punto de entrega se encuentra totalmente descentralizado. Esto abre las puertas a un reto de entrega de última milla para estos clientes.

Es por ello por lo que, para el caso de clientes pequeños, por debajo de un volumen de pedido mínimo (que se estudiará en siguientes secciones del presente trabajo), se externalizará el envío. Mediante la contratación de servicios de terceros para envíos de última milla, se evita desarrollar una solución *in-house* para la problemática de la última milla mediante el *outsourcing* de este servicio.

En cambio, para los envíos a grandes clientes, se usará la flota de camiones también usada para la recogida de materiales. Los detalles logísticos de esta flota ya fueron desarrollados previamente, por lo que en esta sección cabe solo matizar que se hará uso de los sistemas de optimización de rutas y flotas para hacer posible que sean los mismos camiones los cuales puedan recoger materiales, entregar pedidos a cliente o, en caso de que sea posible, ambas simultáneamente en la misma ruta.

5.2. Mercado

En esta sección, se analiza el mercado en el que se pretende construir el modelo de negocio. Para ello, primero se llevará a cabo un análisis del cliente, identificando los clientes tipo (los cuales ya han sido mencionados en la sección anterior), sus necesidades y el *ticket* medio por cada cliente.

El siguiente paso, una vez entendido los clientes típicos y sus necesidades, será realizar un análisis del tamaño de mercado. El objetivo será conocer la magnitud de la totalidad del mercado que podríamos abarcar teóricamente si tuviésemos un *share* del 100%. Después se pasará a analizar el *share* que esperamos capturar durante los primeros años, para poder así hacer un análisis económico en la siguiente sección.

5.2.1. Cliente

A continuación, se pasará a analizar los diferentes tipos de clientes que se han identificado, sus necesidades y el *ticket* medio de cada tipo de cliente.

Como ya se avanzó en el anterior apartado, el primer tipo de cliente son las grandes firmas de moda del sector lujo-premium. Estas empresas son marcas establecidas en el sector de moda premium-lujo, con una amplia red de distribución y una sólida reputación en el mercado. Están enfocadas en la producción en altos volúmenes de

productos de alta calidad y valoran los materiales sostenibles. La característica principal de este tipo de clientes es la necesidad de grandes volúmenes de materia prima que les permitan producir en gran escala.

Este tipo de firmas, suelen establecer relaciones a largo plazo con proveedores. De esta forma, se aseguran un suministro continuo, fiable y con potenciales descuentos justificados en la economía de escala. Debido a la naturaleza estacional de la moda, las firmas de *fast fashion*, como Zara, suelen gestionar sus pedidos de materias primas en ciclos de 15 días, lo que equivale aproximadamente a 24 pedidos anuales. De esta forma pueden aprovecharse y adaptarse a las tendencias durante el año (SCM Globe, 2020).

En cambio, en el caso de las firmas de moda del sector premium-lujo (el cual es el objetivo del modelo de negocio del presente trabajo) suelen tener ciclos más largos, debido a la complejidad y detalle de los productos y diseños. Es por ello, que se estima este tipo de clientes, hará unos 6 pedidos anuales de media (Anta Callersten et al., 2020).

Respecto a las cantidades de material por cada pedido, estas dependen del material. El nylon y el poliéster, al ser un material común debido a su durabilidad y su versatilidad, las marcas de moda del sector lujo lo suelen comprar en medidas del orden de una a varias toneladas. El algodón, otro material esencial en la industria, se suele recibir en varios fardos de 500kg o más. En el caso de la lana, esta se suele pedir también en cientos de kilogramos. Por otro lado, la seda, se recibe en lotes de pocos cientos de kilos, al ser un material premium y de menor peso. En lo relativo al Kevlar y Nomex, estos materiales no son tan comunes en la industria de la moda, pese a que su uso se está incrementando. Es por ello por lo que, teniendo en cuenta el peso de estos tejidos, los pedidos suelen ser de unos pocos cientos de kilogramos. Por último, el cuero se suele comprar en cantidades de unos pocos miles de metros cuadrados.

Teniendo en cuenta esas tendencias en la forma de recibir materiales por parte de las grandes firmas de moda, se hace un estimado de los tamaños medios de los pedidos que hace cada firma por cada planta de producción. Estas estimaciones se pueden ver en la tabla “Análisis de demanda – Cliente 1”.

Una vez conocido el orden de magnitud del número de pedidos anuales y el tamaño de estos pedidos, es momento de analizar el precio al que se compra cada uno de estos materiales. Con el fin de simplificar todas las posibles casuísticas, se asumen unos precios medios por kilogramo para cada uno de los materiales, sin tener en cuenta posibles rápeles o descuentos por economías de escala. Estas hipótesis en precios por material se han determinado como un promedio de los precios encontrados tras una investigación de los diferentes materiales ofertados en distintos mercados (Procurement Resources, 2024a), (FRED, 2024), (Focus Economics, 2024), (Procurement Resources, 2024b), (SunSirs, 2024), (Zande, 2018), (BuyLeatherOnline, 2019).

En la siguiente tabla, se puede ver el resumen de pedidos promedios, precio por unidad de material, ticket medio y ticket anual. Este análisis se ha hecho para cada tipo de material de los producidos mediante el proceso descrito en el anterior apartado del presente trabajo. El resultado es que, teniendo en cuenta tan solo estos materiales, las

estimaciones muestran que cada planta de producción de una firma grande de moda del sector lujo-premium gasta aproximadamente 2,6 millones de euros anuales

Cliente 1 - Firmas de moda del sector lujo-premium									
	Nylon	Poliéster	Algodón	Lana	Seda	Kevlar	Nomex	Cuero*	
Pedido medio (kg)	10.000	20.000	15.000	5.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000
Precio (€/kg)	3,0	1,5	2,5	8,0	70,0	70,0	50,0	50,0	50,0
Ticket medio (€)	30.000	30.000	37.500	40.000	70.000	70.000	50.000	100.000	100.000
Pedidos anuales (#)	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ticket anual (€)	180.000	180.000	225.000	240.000	420.000	420.000	300.000	600.000	600.000
Ticket anual por planta (€)	2.565.000								

* En el caso del cuero, este se calcula por metro cuadrado, no por kilogramo

Tabla 2: Análisis de demanda - Cliente 1

El otro grupo de clientes al que se venden tejidos, son las pequeñas y medianas empresas. Estas compañías se caracterizan por un menor volumen de producción, debido a la naturaleza más “artesanal” de la confección y a la falta de infraestructura y logística de estas firmas locales. Dentro del ecosistema empresarial español, se incluyen en este grupo firmas como Nude Project, Blue Banana, marcas regionales, etc.

Pese a ello, las pequeñas y medianas empresas de este sector siguen estando enfocadas en el segmento lujo-premium. Es por ello, por lo que el diseño, confección y fabricación de las prendas requiere también de varios meses de planificación. Por lo tanto, de nuevo, y distinto a las firmas de *fast fashion*, se estima que este tipo de cliente también realiza del orden de 6 pedidos anuales por cada tipo de material.

En lo relativo a las cantidades, éstas dependerán lógicamente del tamaño de la compañía y de la demanda que esta desee y pueda cubrir en su mercado local. Es por ello, por lo que, en lo que al presente trabajo se refiere, se ha hecho la aproximación de que las pequeñas y medianas empresas compran del orden de diez veces menos material que las grandes firmas.

Respecto al precio, al despreciar el efecto de rápeles y descuentos de las grandes firmas en el sector del lujo, es coherente asumir que el precio por unidad de material se mantiene también para las pequeñas y medianas empresas. Por lo tanto, para este tipo de cliente, se mantienen las estimaciones de precios determinadas en el anterior análisis.

Teniendo en cuenta estas hipótesis, se puede ver en la siguiente tabla los resultados del análisis de estudio del segundo tipo de clientes, las pequeñas y medianas empresas de moda en el segmento lujo-premium. Como se puede observar, este tipo de clientes gasta unos 390 mil euros anuales por planta de producción al año.

Cliente 2 - Pequeñas y medianas empresas de moda del sector lujo-premium									
	Nylon	Poliéster	Algodón	Lana	Seda	Kevlar	Nomex	Cuero*	
Pedido medio (kg)	1.000	2.000	1.500	500	200	100	100	100	500
Precio (€/kg)	3,0	1,5	2,5	8,0	70,0	70,0	50,0	50,0	50,0
Ticket medio (€)	3.000	3.000	3.750	4.000	14.000	7.000	5.000	25.000	
Pedidos anuales (#)	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ticket anual (€)	18.000	18.000	22.500	24.000	84.000	42.000	30.000	150.000	
Ticket anual por planta (€)	388.500								

* En el caso del cuero, este se calcula por metro cuadrado, no por kilogramo

Tabla 3: Análisis de demanda - Cliente 2

Una vez identificadas las dinámicas, características y demanda de los dos grupos de clientes a los que se venderán los textiles reciclados, se procede a realizar el análisis del tamaño de mercado.

5.2.2. Tamaño de mercado

Una vez conocidos la demanda anual de los distintos materiales por cada planta de cada tipo de cliente, se procede a realizar el análisis restante para poder estimar el orden de magnitud del tamaño del mercado.

Para ello, es importante definir primero el mercado en el que estamos operando. Para ello, se va a limitar el alcance al mercado de venta anual de material textil reciclada par marcas de moda del segmento lujo-premium en España.

Habiendo definido el mercado, y conociendo ya la demanda anual por planta de cada uno de los tipos de marcas de moda, el siguiente paso es estimar el número de grandes firmas de moda y el número de pequeñas y medianas empresas de moda que operan y fabrican en España. Una vez se hayan estimado dichas magnitudes, se deberá calcular la penetración que tienen los materiales reciclados en dichas firmas.

Las grandes firmas de moda en España son compañías como Loewe, Balenciaga, Adolfo Dominguez, Roberto Verino, etc. Estas compañías producen grandes volúmenes y venden sus prendas a lo largo de los distintos mercados del mundo. Esto se debe a que el mercado de lujo en España tiene un tamaño considerable en España, estimando el informe del Círculo Fortuny y McKinsey & Company que se generan ventas por 8.400 millones de euros anuales. De esa producción no todas las firmas utilizan materiales textiles y no todas las compañías son suficientemente grandes como para ser reconocidas dentro del grupo de clientes denominado “Cliente 1”. Por ello, y limitando el grupo de “Cliente 1” a las grandes firmas que operan internacionalmente y que podrían permitirse la compra de materiales estudiados en el anterior apartado, se estima que en España existen hasta 20 grandes firmas de moda que operan en el segmento lujo-premium (Molpeceres, 2023).

En España, según el INE, hay aproximadamente 7.000 empresas textiles en España. La inmensa mayoría siendo pequeñas y medianas empresas. Por supuesto, no todas estas compañías se sitúan en el segmento lujo-premium, ni tienen volúmenes suficientes como para ser siquiera parte del denominado grupo “Cliente 2”. Por ello, es coherente

asumir que solo un 10% de estas empresas cumplen los requisitos para ser parte de este grupo. De esta forma, se estima que hay 700 pequeñas y medianas empresas de moda del segmento lujo-premium que pueden permitirse unos volúmenes de producción suficientes como para poder considerarse potencialmente “Cliente 2” (Orientanet, 2024).

En lo relativo al número de plantas en España por cliente, se asume que las grandes firmas tienen al menos dos plantas de producción. Es decir, se considera que se tiene una planta principal y el equivalente a otra planta secundaria. La mayoría de estas firmas pueden tener plantas en el extranjero, pero se limita el mercado tan solo al entorno nacional. Tal y como se puede ver a continuación, la demanda total de estos materiales por parte del “Cliente 1” es de 102,6 millones de euros.

$$Demanda\ Total\ 1 = 20\ empresas \times 2 \frac{plantas}{empresa} \times 2,56 \frac{M\text{€}}{planta} = 102,6\ M\text{€}$$

Por otro lado, en el caso de las pequeñas y medianas empresas, se asume que estas tan solo disponen de una planta. En caso de que estas tengan plantas secundarias u otros centros, se consideran despreciables en el cálculo del orden de magnitud del tamaño de mercado. Teniendo esto en cuenta, se estima una demanda anual de estos materiales por parte del “Cliente 2” de 271,95 millones de euros.

$$Demanda\ Total\ 2 = 700\ empresas \times 388,5 \frac{k\text{€}}{planta} = 271,95\ M\text{€}$$

Una vez determinado el número de potenciales clientes, la cantidad de plantas por cliente y su respectiva demanda de materiales al año, es el momento de calcular la penetración de materiales reciclados. Tal y como se ha analizado en anteriores capítulos, la sostenibilidad es una tendencia creciente en la industria de la moda. No solo por la concienciación de las propias marcas, si no por la creciente demanda por parte de los consumidores de prendas de origen reciclado.

Los esfuerzos por incorporar prácticas sostenibles y materiales de origen reciclado es una tendencia clara y creciente, tal como indica el informe de McKinsey & Company, el cual asegura que el 63% de las marcas de moda en Europa necesitan acelerar sus esfuerzos en sostenibilidad para alcanzar sus objetivos en 2030 (Janmark et al., 2024). Debido a estas presiones por satisfacer a la demanda, cumplir con la normativa y lograr sus objetivos de sostenibilidad, las grandes firmas están sufriendo una enorme presión para adaptar este tipo de prácticas. Es por ello por lo que es razonable asumir que la penetración de materiales reciclados en las grandes firmas será del 30% en los próximos 5 años. La demanda resultante de materiales reciclados para el “Cliente 1” es, pues, 30,78 millones de euros al año.

$$Demanda\ reciclados\ 1 = 102,6\ M\text{€} \times 30\% = 30,78\ M\text{€}$$

Por otro lado, las pequeñas y medianas empresas presentan más barreras a la hora de incorporar soluciones sostenibles. Estas barreras, relacionadas a las limitaciones de recursos y financiación, son las que llevan en muchas ocasiones a estas pequeñas empresas a optar por materiales más baratos que no necesariamente debe tener un origen reciclado. Es por ello, por lo que, para las pequeñas y medianas empresas de

moda, se asume una penetración ligeramente menor, del 20% durante los próximos 5 años. Teniendo esto en cuenta, la demanda de estos materiales, con origen reciclado, es de 54,39 millones de euros al año para el “Cliente 2”.

$$\text{Demanda reciclados 2} = 271,95 \text{ M€} \times 20\% = 54,39 \text{ M€}$$

Por lo tanto, se tiene que el tamaño del mercado de nylon, poliéster, algodón, lana, seda, Kevlar, Nomex y cuero de origen reciclado para grandes firmas y pequeñas y medianas empresas de moda del segmento premium-lujo es de 85,17 millones de euros al año.

$$\text{Total Mercado} = 30,78 \text{ M€} + 54,39 \text{ M€} = 85,17 \text{ M€}$$

Teniendo en cuenta el análisis previo, se observa que este mercado tiene un orden de magnitud elevado. Pese a ello, aproximadamente el 36% del mercado está concentrado en unos 20 clientes, los cuales son las grandes firmas de moda del segmento lujo-premium. El 64% restante del mercado está fraccionado en toda las pequeñas y medianas empresas dedicadas a la moda del segmento lujo-premium en España y las cuales se han estimado en unas 700 compañías.

También es interesante calcular cuántos kilogramos de material equivale la totalidad del mercado. Suponiendo que las proporciones entre los distintos materiales son las correspondientes a los pedidos promedios para cada cliente mostrados en las tablas “Análisis de demanda”, se tiene que el precio promedio de los materiales es de 7,77 €/kg. Con ello, se puede calcular fácilmente la demanda total del mercado en términos de peso, la cual es de uno 10,9 millones de kilogramos al año. Cabe destacar que se ha supuesto que un metro cuadrado de cuero equivale aproximadamente a un kilogramo de peso.

$$\text{Total Mercado} = \frac{85,17 \text{ M€}}{7,77 \text{ €/kg}} = \sim 10.900.000 \text{ kg}$$

El siguiente paso será, ver qué parte de esta demanda se es capaz de capturar y, por otro lado, que estructura de costes se debe asumir. Con ello, se podrá determinar el flujo de cada que tendremos en los próximos años.

5.3. Análisis económico

En este apartado se pasará a evaluar el análisis económico del modelo de negocio presentado. Para ello, primero se analizará que parte de este mercado podemos cubrir. Posteriormente se analizará tanto la estructura de costes como la inversión inicial necesaria. Con ello, se podrá determinar el flujo de caja y juzgar como de atractivo es este modelo de negocio.

5.3.1. Ventas

Para calcular las ventas, habrá que analizar que parte del mercado se es capaz de absorber. Para ello el primer paso será verificar, si en caso de poder abastecer todo el mercado, se es capaz desde un punto de vista productivo de hacerlo. Para ello, se

verificará que el suministro de materias primas es potencialmente capaz de proporcionarnos el material necesario para cubrir el caso ideal en el que absorbemos la totalidad de la demanda.

Capacidad de suministro

Recordamos que la materia prima del presente modelo de negocio es la basada en ropa de trabajadores usada y en stock obsoleto de marcas de moda de lujo-premium. En anteriores apartados, se estimó que la cantidad de ropa que desecha un trabajador promedio al año son 5 conjuntos de ropa de unos 5 kilogramos de peso cada uno. Es decir, en promedio se estima que se desechan 25 kilogramos de ropa de trabajo al año por trabajador.

El siguiente paso es por lo tanto estimar el número de trabajadores en empresas industriales, refinerías de petróleo y demás profesiones en las que sea necesaria la ropa de trabajo. Según el INE, el número de trabajadores en el sector industrial es de aproximadamente 2 millones. Suponiendo pues, que un 20% de los empleados de estas empresas industriales son operarios o trabajadores que requieren casual o permanente uso de ropa de trabajo, se tiene que en España hay 400 mil trabajadores usando ropa de trabajo cada año en el sector industrial (INE, 2024b).

Además, la industria farmacéutica emplea alrededor de 40 mil personas en España, suponiendo un 10% de trabajadores en plantas de producción y laboratorios, se tiene que 4 mil trabajadores de la industria farmacéutica requieren de ropa especializada de trabajo (Farma Industria, 2017).

Por último, en el sector de la construcción, según la EPA (Encuesta de Población Activa del INE) se tienen alrededor de 1,2 millones de trabajadores. Asumiendo de nuevo que el 20% de estos requiere de ropa de trabajo adecuada para su labor, se tiene que 240 mil trabajadores del sector de la construcción requieren de ropa de trabajo (INE, 2024a).

Por lo tanto, como se puede ver a continuación, se generan 16,1 millones de kilogramos de ropa de trabajadores de los sectores industriales, farmacéuticos y de la construcción.

$$\text{Trabajadores Totales} = 40k(\text{ind.}) + 4k(\text{farma.}) + 240k(\text{const.}) = 644k$$

$$\text{Total ropa desechada} = 644k \text{ trabajadores} \times 25 \frac{\text{kg}}{\text{trabajador}} = 16.100.000 \text{ kg}$$

En lo relativo al stock obsoleto de prendas de lujo o premium, en anteriores apartados del presente trabajo se determinó que estas iban a ser recogidas en las tiendas outlets, ya que es ahí donde acaba el stock obsoleto. Para ello, el primer paso será estimar el número de tiendas outlets.

Respecto a las grandes firmas de lujo, se estima que cada una de las 20 empresas identificadas tiene de media 10 tiendas outlet repartidas en España. Por lo tanto, se tienen 200 tiendas outlets de grandes firmas de moda del segmento lujo-premium en territorio nacional. Por el contrario, estimamos que al menos un 50% de las 700 pequeñas y medianas empresas tiene al menos 3 tiendas outlets. Por lo tanto, obtenemos

que se tienen 1.050 tiendas outlets en España de pequeñas y medianas empresas de moda premium.

En las tiendas outlet, se suelen manejar grandes volúmenes de inventario, ya que son puntos de venta específicamente diseñados para liquidar productos que no se han podido vender previamente. Por ello, se estima que el orden de magnitud de stock anual que se tiene en estas tiendas es de 10 toneladas de media, lo que equivale a 20 mil productos almacenados, suponiendo 0,5 kg por cada prenda.

De este stock almacenado en tiendas outlets, se estima que tan solo un 10% no se vende, convirtiéndose así en stock obsoleto. Por ejemplo, la marca de lujo Kering, reportó que en 2023 su stock no vendido representaba casi un 10% de los ingresos del grupo, por lo que parece coherente asumir que ese porcentaje es representativo de esta industria (Adegeest, 2024).

$$\begin{aligned} \text{Stock obsoleto grandes firmas} &= 200 \text{ tiendas} \times 10 \text{ toneladas} \times 10\% \\ &= 200.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Stock obsoleto PyMEs} = 1.050 \text{ tiendas} \times 10 \text{ toneladas} \times 10\% = 1.050.000 \text{ kg}$$

$$\text{Total stock obsoleto} = 200 \text{ toneladas} + 1.050 \text{ toneladas} = 1.250.000 \text{ kg}$$

Por lo tanto, se tiene que se podrían conseguir hasta 1.250 toneladas de stock obsoleto de marcas de moda del segmento lujo-premium. Es por ello, por lo que el total de suministro de materia prima que potencialmente se podría conseguir es de 17,350 mil kilogramos.

$$\text{Total suministro} = 16.100 \text{ toneladas} + 1.250 \text{ toneladas} = 17.350.000 \text{ kg}$$

$$(\text{Total suministro} = 17.350 \text{ ton}) > (\text{Total demanda} = 10.900 \text{ ton})$$

Como se puede observar, el suministro de materiales para el reciclado es del orden de 6,5 veces mayor que el total de la demanda necesaria. Por lo tanto, se comprueba la viabilidad desde el punto de vista del suministro.

Como se ha visto, el suministro no supone una limitación ante la potencial captura de la totalidad de la demanda. Por lo tanto, lo que determinará qué parte de la demanda se puede capturar, es la competencia y las capacidades comerciales. A continuación, se pasará a estimar que parte de la demanda es la que realísticamente se puede capturar.

Panorama competitivo

Respecto a la competencia actual en el mercado, actualmente en España existen empresas con un modelo de negocio similar al planteado en el presente trabajo. La compañía líder en el sector del reciclaje textil en España es Hilaturas Ferre. Esta firma, fundada hace 75 años en Alicante, ofrece una gama de productos basados en algodón, poliéster y lana. Con un porfolio de materiales amplio, Hilaturas Ferre se posiciona como uno de los actores más relevantes en el ecosistema del reciclado textil (Ferre Yarns, 2024).

Prueba del crecimiento de esta compañía líder en el sector, y por lo tanto principal competidor, es el desarrollo de la empresa *spin-off* Recover, al cual desarrolla algodón de origen reciclado. Pese a la experiencia proporcionada por el equipo de Hilaturas Ferre, Recover está muy enfocado en el algodón y no ofrece más variedad de productos reciclados, lo cual podría eventualmente limitar su penetración en el mercado estudiado en el presente trabajo.

Este *spin-off* fue vendido en 2020 al fondo estadounidense Story3 Capital, demostrando de nuevo el enorme potencial y atractivo de este sector. Aún vendido, Recover sigue colaborando con Hilaturas Ferre para el desarrollo de algodón reciclado, por lo que no existe canibalización entre ambas empresas (Gestal, 2024).

Habiendo identificado el principal competidor del mercado, se procede a estudiar cómo limita esto a la hora de capturar parte de la demanda de materiales de origen reciclado en el segmento de moda de lujo-premium en España. Hilaturas Ferre factura 15 millones de euros anuales, según información pública de la compañía (Oliveras Castillo, 2024).

De esta facturación cabe destacar tres aspectos: primero, Hilaturas Ferre vende tanto en España como internacionalmente, por lo que cabe asumir que una parte relevante de su facturación se debe a la venta internacional; segundo, la compañía alicantina ha tendido a centrarse más en los últimos años en la fabricación de fibras naturales vegetales como cáñamo, lino o bambú, por lo que su oferta de materiales no solapa completamente con la estudiada en el mercado objetivo; y, tercero, Hilaturas Ferre no vende necesariamente a empresa del segmento lujo-premium, por lo que cabe suponer que parte relevante de sus ventas se hace a firmas de *fast-fashion*.

Ventajas competitivas

Una vez analizado el panorama competitivo, ahora es momento de evaluar las ventajas competitivas que podrían ayudar a capturar demanda. Se han identificado cuatro elementos diferenciales que pueden suponer una ventaja a la hora de capturar *share* del mercado. Primero, gracias al origen de la materia prima del modelo de negocio expuesto en el presente trabajo, se consigue un portfolio de materiales reciclados considerablemente más amplio, ofreciendo lana, seda, algodón, poliéster, Kevlar, Nomex y cuero. Esto, permite capturar una mayor parte de las necesidades de los potenciales clientes, agrupando más materiales en un mismo proveedor. De esta forma, pueden hacer más eficiente su cadena de suministros desde el punto de vista logístico y económico, debido a las economías de escala.

Segundo, el modelo de negocio estudiado se centra en firmas y pequeñas y medianas empresas de moda en España. Este foco especial en el territorio nacional puede resultar atractivo para posibles clientes españoles, ya que de esta forma se aseguran de que toda la capacidad productiva irá enfocada en satisfacer su demanda. Por otro lado, el hecho de incorporar ventas internacionales para grandes clientes europeos o americanos puede suponer un motivo de desconfianza para los clientes españoles, ya que en caso de problemas en la producción su proveedor priorizará a sus clientes internacionales y no a ellos.

Tercero, el modelo de negocio del presente trabajo se especializa en proveer de materiales reciclados a firmas de moda del segmento lujo-premium. El hecho de esta especialización resulta atractivo ya que cuanto más se conozca al cliente target y más acotado esté, más concentrados estarán los esfuerzos comerciales y mejores resultados tendrán. De esta forma, se podrá permear más en el ecosistema de textiles reciclados para la moda del segmento lujo-premium, asegurando un mayor *share* debido a la especialización.

Cuarto, el modelo de negocio presentado en este trabajo resuelve un problema real de dar una nueva vida útil a materiales de difícil reciclado como el stock obsoleto de lujo y la ropa de trabajo usada. Esto, puede suponer un catalizador de los esfuerzos comerciales, ya que un discurso efectivo que resuelva un problema real del ámbito medioambiental resulta atractivo para el consumidor final y, por lo tanto, para las firmas de moda.

Teniendo en cuenta que el tamaño del mercado es de 85,17 millones de euros, y todas las variables expuestas en lo relativo a la competencia y a las ventajas competitivas, parece coherente asumir que podríamos capturar aproximadamente un 10-15% del mercado en el primer año, con la posibilidad de aumentar hasta un 20-25% en los próximos 3-5 años. Se supone un crecimiento lineal durante los primeros cinco años de operación

Año	Market Share	Ventas (M€)
2025	10,0%	8,5
2026	12,5%	10,6
2027	15,0%	12,7
2028	17,5%	14,9
2029	20,0%	17,0

Tabla 4: Proyecciones ventas

Como se puede ver en la tabla, ello significaría facturar hasta de 8,5 millones de euros en el primer año, pasando a facturar en ventas 21 millones en el quinto año de operación. Para considerar como de positivas o negativas son estas cifras, será necesario llevar a cabo un análisis de la estructura de costes necesaria para asumir la producción necesaria para satisfacer dicha demanda.

5.3.2. Costes

En esta sección se desarrollará la estructura de costes necesaria para cubrir el 10% del mercado y el 20% del mercado. Para ello, se analizará la inversión inicial necesaria, así como los costes variables y costes fijos necesarios para cubrir la operación.

Inversión inicial (CAPEX)

Primero, para poder llevar a cabo el análisis de inversión inicial, será fundamental determinar la maquinaria necesaria para conseguir la capacidad productiva suficiente como para cubrir la parte de la demanda que aspiramos capturar. Por ello, el primer paso

será determinar la maquinaria necesaria para llevar a cabo la producción y el porcentaje de la producción anual que debe pasar por dicha máquina. Asimismo, se estimará la capacidad productiva anual de cada una de las unidades para cada tipo de maquinaria, así como su precio estimado de compra. De esta forma, se podrá calcular el número de unidades de cada maquinaria necesaria, así como el coste total de esta inversión inicial.

En la sección previa, se asumió que en 5 años se aspiraría a capturar el 20% de la demanda, lo que supone unas ventas de unos 17 millones de euros. Suponiendo de nuevo un precio medio de 7,77 €/kg para la venta de materiales, se llega a la conclusión de que se deberá hacer una inversión inicial suficiente como para tener una capacidad productiva de al menos 2.180 toneladas anuales.

$$\text{Demanda a cubrir (5º año)} = \frac{17 \text{ M€}}{7,7 \frac{\text{€}}{\text{kg}}} = \sim 2.180.000 \text{ kg}$$

Una vez conocida la demanda anual a cubrir, se presenta a continuación una tabla en la que se puede ver reflejado un resumen de la maquinaria necesaria a lo largo del proceso productivo, la fase en la que se utiliza dicha máquina y el porcentaje de la producción total que requiere pasar por esa máquina cada año. Asimismo, se ha elaborado una estimación de la capacidad anual por cada unidad de máquina, así como su precio. De esta forma se puede calcular la cantidad de unidades de cada máquina que es necesario comprar, así como el coste total asociado a dicha compra.

En la siguiente tabla se puede ver por tanto el número de unidades que se estima que será necesario comprar, en función del objetivo de producción y una estimación de producción anual por máquina. De esta forma se puede estimar la dimensión de la inyección de capital necesaria para iniciar este modelo de negocio.

Máquina	Fase	% prod.	Capacidad unidad máquina (ton/año)	Precio unidad (k€)	Capacidad demandada (ton/año)	Unidades necesarias (#)	Coste total (k€)
Contenedores inteligentes	Provisión	85%	3	10	1.853	618,0	1.236
AUTOSORT	Clasificación	100%	1.000	500	2.180	3,0	1.500
Corte y triturado	Desmontaje	85%	300	50	1.853	7,0	350
Pinzas y tijeras		15%	100	2	327	4,0	8
Lavadoras industriales	Desinfección	96%	200	100	2.093	11,0	1.100
Cepillos cuero		4%	500	20	87	1,0	20
Precipitado y chips	Triturado y desfibrado	54%	150	150	1.177	8,0	1.200
Trituradoras		46%	100	100	1.003	10,0	1.000
Alimentadores vibratorios		46%	150	30	1.003	7,0	210
Sistema refrigerado		3%	500	50	65	1,0	50
Cardado y peinado	Regeneración fibras	38%	250	200	828	4,0	800
Fusión y extrusión		54%	200	300	1.177	6,0	1.800
Reactores		4%	500	100	87	1,0	100
Hilado		96%	300	250	2.093	7,0	1.750
Compresión		4%	100	100	87	1,0	100
Lavado	Teñido	100%	400	200	2.180	6,0	1.200
Autoclaves		4%	500	80	87	1,0	80
Vapor		96%	400	50	2.093	6,0	300
Bobinado	Empaquetado	96%	600	120	2.093	4,0	480
Etiquetado		100%	1.000	40	2.180	3,0	120

Tabla 5: Maquinaria necesaria en la inversión inicial

Bajo la luz de los datos concluidos en la tabla de “Maquinaria necesaria en la inversión inicial”, se estima que la inversión inicial (CAPEX) será de unos 13,4 millones de euros. Cabe destacar que el porcentaje de la producción que pasa por cada máquina se ha estimado en función del tratamiento necesario para cada material descrito en secciones anteriores del presente trabajo.

Costes de operación (OPEX)

El siguiente paso en el análisis de la estructura de costes es el cálculo de los costes operativos. Para ello, habrá que tener en cuenta tanto los costes variables (directamente relacionados con los materiales producidos) y los costes fijos (independientes a la producción y las ventas).

Centrándonos en los costes fijos, como se ha concluido en anteriores secciones, se asume que el primer año de operación de capturaré el 10% del mercado y, para el quinto año de operación, se podrá capturar el 20% del mercado (para el cual se ha preparado el CAPEX). Ya se calculó la demanda a cubrir anual para el caso de capturar un 20% del negocio (quinto año de operación), por lo que a continuación se calculará la demanda a cubrir en peso para cada uno de los distintos años de operación, suponiendo de nuevo un precio de venta medio de 7,7 €/kg.

Año	Ventas (M€)	Ventas (ton)
2025	8,5	1.000
2026	10,6	1.370
2027	12,7	1.600
2028	14,9	1.900
2029	17,0	2.180

Tabla 6: Proyección ventas en toneladas

Una vez conocidos la producción planificada en toneladas para cada uno de los primeros cinco años de operación, es el momento de identificar los distintos costes variables. Para ello se ha estudiado la cadena de suministros desde compra de materia prima hasta envío al cliente. Para cada coste variable, se ha asumido un gasto por kilogramo. De esta forma, se ha calculado el coste variable esperado para cada uno de los cinco primeros años de operación.

Coste	% producción	Coste (€/kg)	Coste 2025 (€)	Coste 2026 (€)	Coste 2027 (€)	Coste 2028 (€)	Coste 2029 (€)
Compra ropa	85%	1	931.391	1.164.239	1.397.087	1.629.935	1.862.782
Compra stock	15%	15	2.465.447	3.081.809	3.698.171	4.314.533	4.930.895
Gasolina transporte	100%	0,05	54.788	68.485	82.182	95.879	109.575
Detergente	96%	0,01	10.519	13.149	15.779	18.409	21.038
Solventes disolución	81%	0,04	35.502	44.378	53.254	62.129	71.005
Poliuretano	4%	0,05	2.192	2.739	3.287	3.835	4.383
Productos para acabado	41%	0,06	26.956	33.694	40.433	47.172	53.911
Colorante	100%	0,1	109.575	136.969	164.363	191.757	219.151
Productos acondicionado	100%	0,02	21.915	27.394	32.873	38.351	43.830
Film plástico	96%	0,03	31.558	39.447	47.337	55.226	63.115
Papel y cajas	4%	0,01	438	548	657	767	877
Gasolina envío	100%	0,05	54.788	68.485	82.182	95.879	109.575
TOTAL			3.745.069	4.681.337	5.617.604	6.553.871	7.490.139

Tabla 7: Proyección de costes variables

A continuación, se pasará a analizar la estructura de costes fijos. Estos costes son los relacionados con la instalación, alquiler de vehículos, personal, etc. Estos costes se mantienen igual independientemente de las ventas. Para ello, se ha hecho una estimación del orden de magnitud que podrían tener estos costes fijos, los cuales se han incluido en la siguiente tabla.

Coste	Coste fijo anual (€)
Sistema informático central	200.000
Electricidad y agua para toda la planta	400.000
Equipo de marketing y ventas	300.000
Equipo directivo y empleados	600.000
Operarios en planta	100.000
Alquiler de camiones	800.000
Alquiler de planta industrial	600.000
Total Costes Fijos Anuales	3.000.000

Tabla 8: Costes fijos anuales

Con los costes fijos ya analizados, se ha completado el análisis de los costes necesarios para la implementación del modelo de negocio del presente trabajo. Es por ello, por lo que, en el siguiente apartado, se pasará a analizar los resultados de este modelo económico, por lo que se podrá juzgar como de atractivo o no es este modelo de negocio.

6. Resultados

En los capítulos previos, se ha diseñado e implantado el modelo de negocio basado en el uso de ropa de trabajadores usada y stock obsoleto de firmas de lujo para la fabricación de materiales textiles reciclados, los cuales serán vendidos a grandes firmas y pequeñas y medianas empresas de moda del segmento lujo-premium en España. Esta implantación del modelo de negocio ha sido estudiada desde el punto de vista operacional y económico. Es por ello por lo que, en este capítulo, se pasará a juzgar el atractivo y viabilidad de este modelo de negocio desde ambos puntos de vista.

6.1. Viabilidad del modelo de negocio

Respecto al análisis económico, en el anterior capítulo se determinaron las ventas esperadas, costes variables, costes fijos e inversión inicial para los primeros cinco años de operación. Con estos datos, se procede a estudiar los resultados de ese *business plan*. Para ello, lo primero será, evidentemente, el cálculo del beneficio (*profit*) obtenido cada año, el cual dependerá de las ventas y costes operacionales (fijos y variables).

$$OPEX = \text{Costes de operación fijos} + \text{Costes de operación variables}$$

$$\text{Profit} = \text{Ventas} - OPEX$$

En la siguiente tabla, se puede observar la proyección de ventas la cual, como se explicó en el anterior capítulo, se justifica debido al crecimiento de la demanda capturada. Este *market share* pasa de tener un valor de 10% en el primer año, a ser un 20% en el quinto año de operación. Además, en la tabla se incluyen los costes de operación, así como el cálculo del beneficio de la operación y otras métricas que se explicarán más adelante

	2025	2026	2027	2028	2029
Ventas	8.500.000	10.600.000	12.700.000	14.900.000	17.000.000
OPEX variable	3.745.069	4.681.337	5.617.604	6.553.871	7.490.139
<i>Margen Bruto</i>	55%	55%	55%	55%	55%
OPEX Fijo	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Profit (€)	1.754.931	2.918.663	4.082.396	5.346.129	6.509.861
<i>Margen Operativo</i>	21%	27%	32%	35%	38%

Tabla 9: Proyección de beneficios anuales

Como se puede observar, el beneficio (*profit*) anual es positivo. Esto indica que el modelo de negocio es rentable y que, desde un punto de vista económico, la operación de este modelo de negocio es atractiva. En la parte inferior de la tabla, se puede ver el margen, tanto bruto como operativo.

Cabe también mencionar el rápido crecimiento esperado durante los primeros años. Si se calcula el ratio de crecimiento anualizado (CAGR), se observa como este tiene un valor de 18,92%. Este ratio de crecimiento no solo es positivo, si no que está respaldado por las ventajas estratégicas identificadas en el anterior capítulo, así como un contexto regulatorio y social que favorece el crecimiento del mercado y la penetración del uso de textiles reciclados.

$$CAGR = \left(\frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{\text{Ventas 2029}}{\text{Ventas 2025}} \right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{17 \text{ M€}}{8,5 \text{ M€}} \right)^{\frac{1}{5}} = 18,92\%$$

Como se observa, el margen bruto es el mismo para cada año. Ello tiene sentido ya que este margen depende de los costes variables, los cuales, salvo que se invierta en mejorar la eficiencia de la planta, no se reducen de un año a otro.

$$\text{Margen bruto} = \frac{\text{Ventas} - \text{OPEX variable}}{\text{Ventas}} \times 100 \%$$

En cambio, el margen operativo tiene en cuenta el coste fijo. Cuanto más se consiga vender, más se diluirá el coste fijo entre el número de productos vendidos, aumentando así el margen operativo. Como se puede ver, se pasa de un margen del 21% el primer año, a un margen de casi 40% después de cinco años de operación.

$$\text{Margen operativo} = \frac{\text{Ventas} - \text{OPEX variable} - \text{OPEX fijo}}{\text{Ventas}} \times 100 \%$$

En definitiva, el estudio de ingresos, costes y beneficios muestra que el modelo de negocio estudiado en el presente trabajo no solo es viable si no que, desde un punto de vista operativo, es atractivo. A modo de resumen, y para ilustrar la evolución de ventas y beneficios, se incluye la siguiente ilustración.

Proyección de Ventas, Gastos y Beneficios (2025-2029, M€)

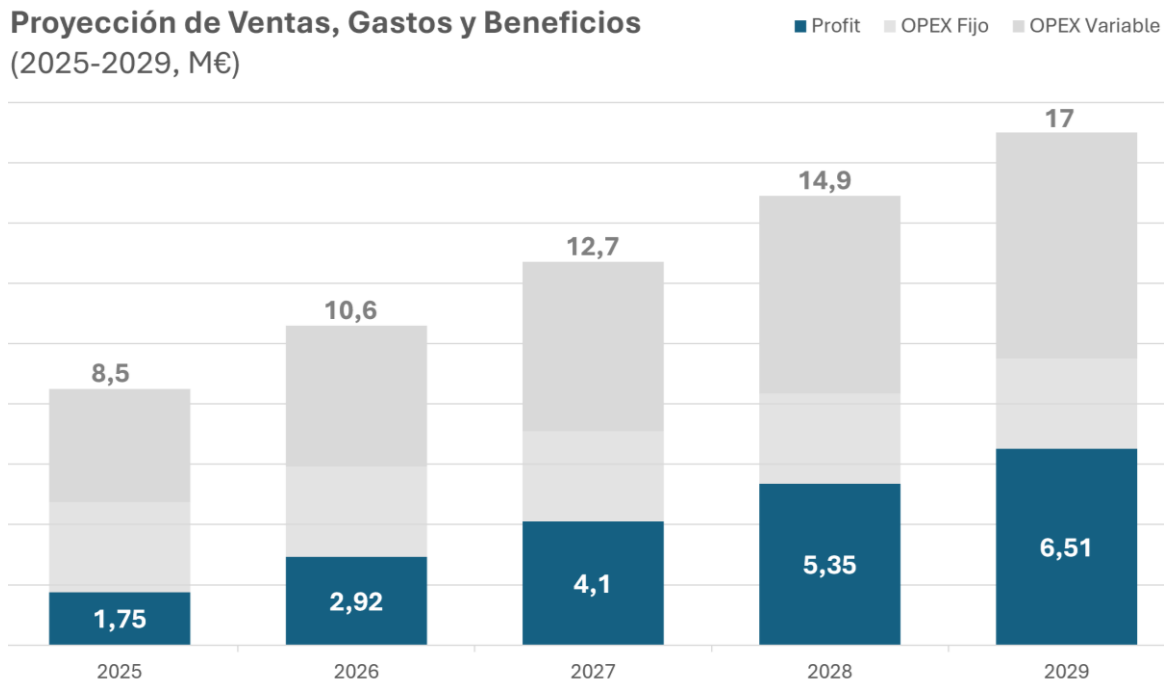


Ilustración 17: Proyección de ventas, gastos y beneficios

Pese a que, como se puede ver en la anterior ilustración, el negocio es rentable y con proyecciones positivas, el análisis del beneficio de la operación del modelo de negocio no es suficiente para juzgar como de atractivo es desde un punto de vista económico. Este negocio, al ser un proceso industrial, requiere, como se ha visto, de una fuerte inversión de capital para la compra de toda la maquinaria necesaria. Es por ello, que este modelo de negocio solo será viable si se consigue un retorno de la inversión atractivo en un límite de tiempo razonable.

Teniendo en cuenta que la inversión inicial estimada es de 13,4 millones de euros, se debe analizar si el beneficio acumulado a lo largo de los primeros cinco años de operación es suficiente como para igualar, e idealmente superar, esta cifra.

$$\textit{Profit acumulado} = 1,75 + 2,92 + 4,10 + 5,34 + 6,51 = 20,61 \textit{ M€}$$

$$\textit{Profit acumulado} > \textit{Inversión inicial (CAPEX)}$$

$$20,6 \textit{ M€} > 13,4 \textit{ M€}$$

Como se puede observar, el beneficio total acumulado durante los primeros cinco años de operación es de 20,6 M€. Por lo tanto, se verifica que si se recupera toda la inversión inicial a lo largo de los primeros cinco años de operación.

En cualquier modelo de negocio, lo importante no es tan solo recuperar la inversión inicial, si no generar más dinero aún para obtener un beneficio final. Este beneficio, deberá ser suficiente como para que merezca la pena la inversión de capital y tiempo necesarias para llevar a cabo la operación del modelo de negocio de manera eficiente. Es por ello, por lo que se procede a calcular el retorno de la inversión (ROI).

$$ROI = \frac{\textit{Profit acumulado}}{\textit{Inversión inicial}} \times 100 = \frac{20,61 \textit{ M€}}{13,4 \textit{ M€}} \times 100 = 153\%$$

El retorno de la inversión obtenido al final de los cinco años de operaciones de 153%. Ello quiere decir que, sobre el capital inicialmente invertido, el negocio es capaz de generar un 53% de beneficio. Este valor del ROI es considerablemente atractivo desde el punto de vista económico. Tal y como se puede ver en la siguiente ilustración, la inversión inicial, se recupera para 2028 y, al final de los primeros cinco años de operación, se tiene un beneficio total (es decir, después de restarle la inversión inicial) de 7,2 millones de euros, que representa un 53% de la inversión inicial.

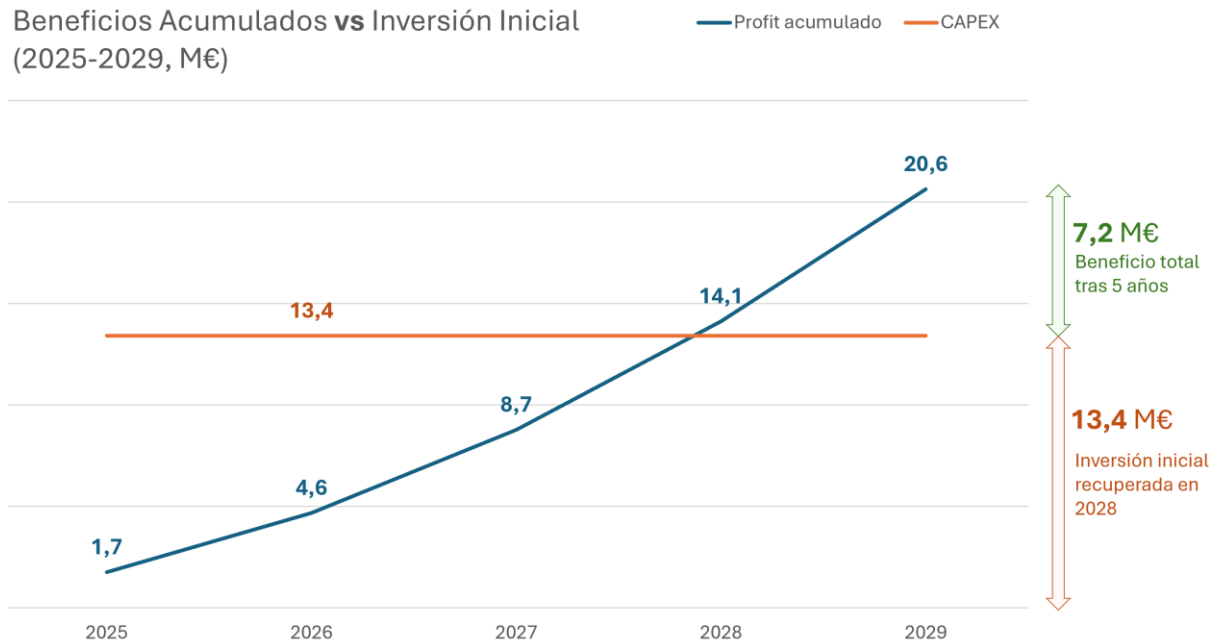
Beneficios Acumulados vs Inversión Inicial
(2025-2029, M€)

Ilustración 18: Beneficios acumulados vs Inversión inicial

Por lo tanto, se concluye que el modelo de negocio estudiado en el presente trabajo no solo es viable desde un punto de vista económico, sino que es altamente atractivo. Teniendo la regulación europea estudiada, que va a obligar a las marcas de moda a adquirir este tipo de prácticas, así como la creciente tendencia en los consumidores finales a elegir firmas que opten por la fabricación con materiales reciclados, se observa como el mercado tiende claramente a un crecimiento acelerado los próximos años. Es por ello por lo que cabe el optimismo a la hora de evaluar económicamente las proyecciones económicas para los próximos años y, con ello, la viabilidad del modelo de negocio estudiado en el presente trabajo.

Desde un punto de vista operacional y de capacidades, se ha concluido que este proceso es completamente viable. La planta, se ha dimensionado ad-hoc para los objetivos de ventas del último año planificado de operación. Es por ello por lo que, la capacidad productiva se ha asegurado en el medio plazo. Pese a ello, si se quisiera seguir escalando el modelo de negocio de forma viable, se deberá realizar una nueva inversión de capital que permita dicha expansión.

Otro elemento importante, es la suficiente generación de materia prima por parte del ecosistema textil español como para poder satisfacer la demanda del mercado. Como se evaluó en el anterior capítulo, este no parece ser un problema.

$$\text{Total suministro potencial} = 16.100 \text{ ton} + 1.250 \text{ ton} = 17.350 \text{ ton}$$

$$(\text{Total suministro potencial} = 17.350 \text{ ton}) > (\text{Total demanda} = 10.900 \text{ ton})$$

Como se observa, la suma del total suministro que se podría obtener potencialmente de la ropa de trabajo usada, así como del stock de lujo obsoleto, es suficiente como para potencialmente cubrir la demanda estimada del mercado. Es por ello, por lo que, desde un punto de vista de dimensionamiento del mercado y las provisiones, se concluye de nuevo que el modelo de negocio es viable.

En definitiva, se ha diseñado la cadena de valor capaz de obtener por materia prima productos de difícil reciclado y, tras un tratamiento y producción, vender materiales textiles a firmas de moda lujo-premium para que estas diseñen el producto a final para ser vendido a clientes pertenecientes al *target* de la Generación Z. En la siguiente ilustración, se puede ver el diagrama de dicha cadena de valor.

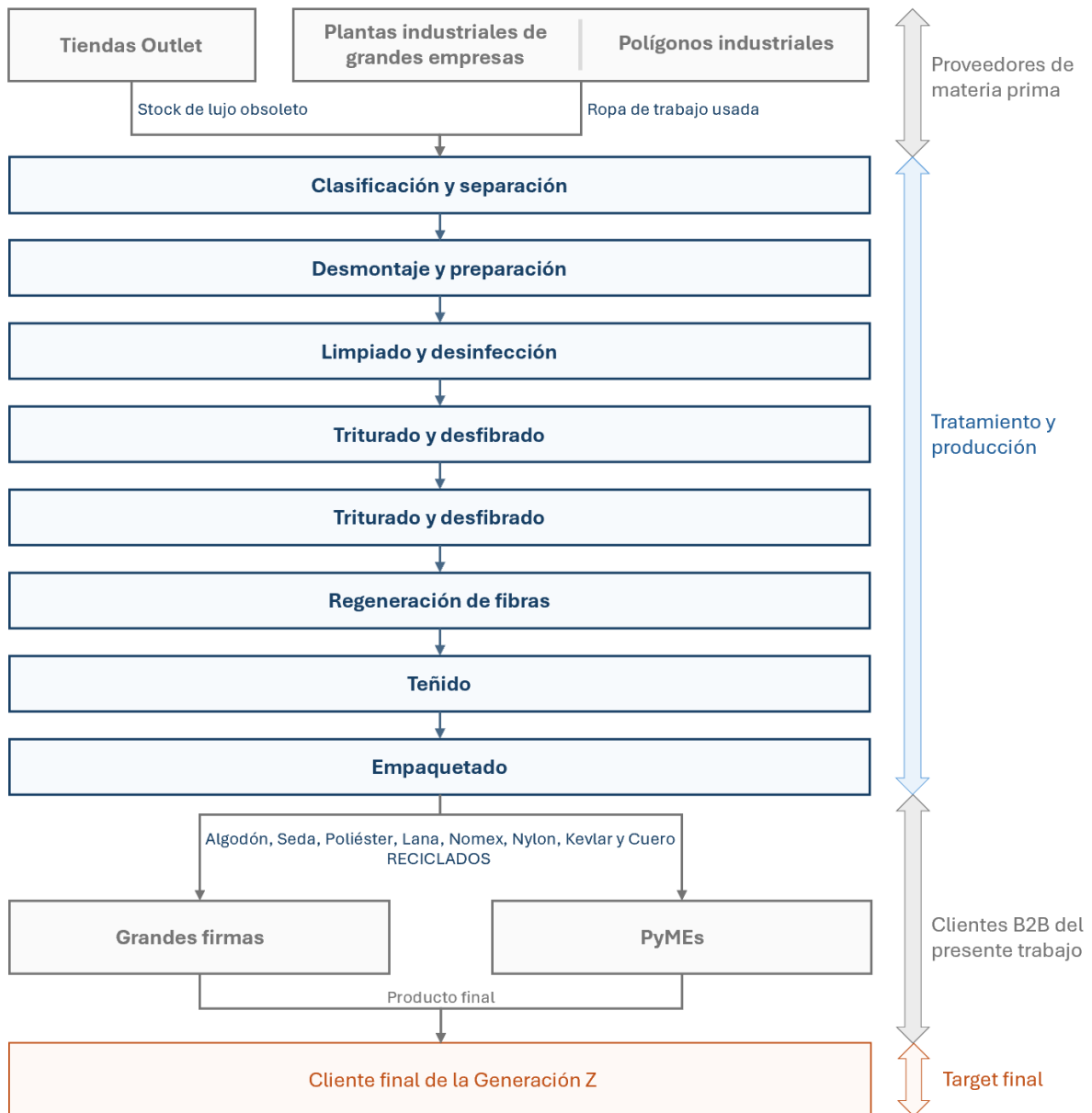


Ilustración 19: Cadena de valor

Tal y como se puede ver en la ilustración, y como se ha mencionado a lo largo del trabajo, se ha diseñado aquella cadena productiva y operacional capaz de suministrar materiales textiles reciclados al cliente B2B del presente trabajo, pero teniendo en mente (por ejemplo, en la elección de los colores para el tinte), que el *target* final es el consumidor de la Generación Z.

6.2. Riesgos

Pese a que se concluya que el modelo de negocio es perfectamente viable, cabe destacar una serie de riesgos que, potencialmente, podrían poner en riesgo el atractivo del negocio propuesto en el presente trabajo.

En primer lugar, la reacción de los competidores representa un riesgo significativo. La nueva o mejorada competencia en este caso puede tener dos orígenes distintos. Primero, competidores ya existentes como los identificados en el primer capítulo, podrían reforzarse para mejorar su posición en el *target* de firmas de moda españolas del segmento lujo-premium. Además, las propias firmas de moda podrían tratar de adoptar un desarrollo *in-house* del modelo de reciclado, dejando de requerir de un proveedor de materiales.

Las firmas de lujo, al observar la adopción de un modelo basado en materiales reciclados con un *target* de lujo-premium, y el consecuente éxito en términos de sostenibilidad económica, podrían decidir replicar o incluso mejorar la propuesta. De tratarse de una gran firma, esta cuenta con un mayor pulmón financiero el cual podría permitirle el desarrollo de un proceso operativo que pudiese llegar a ser considerablemente más eficiente que el presentado en el presente trabajo. Pese a que le supondría una inversión considerable en tiempo y dinero, así como una pérdida de foco en su operación central (el diseño), es un escenario que, pese a ser improbable, podría ser posible.

Por otro lado, competidores directos como aquellas compañías que desarrollen materiales textiles reciclados, podrían hacer un cambio en su *target* principal. Ello implicaría que estos competidores centrasen sus esfuerzos comerciales en enfocar a las firmas de lujo y a las medianas empresas. En caso de suceder, esto podría saturar el mercado y reducir la ventaja competitiva inicialmente obtenida por el negocio estudiado.

Además, la precisión de las hipótesis asumidas en el diseño del modelo de negocio es crucial a la hora de evaluar los potenciales riesgos. Cualquier error en las proyecciones de costes, la disponibilidad de materiales reciclados o la demanda del mercado podría afectar a la viabilidad del negocio. Por ejemplo, una sobreestimación de la disposición de los consumidores a pagar por productos reciclados podría resultar en ingresos insuficientes para cubrir los costes operacionales y, con ello, recuperar la inversión inicial.

Otro riesgo relevante es la aparición de nuevas tecnologías. La innovación tecnológica en el campo del reciclaje y la fabricación de textiles es constante. La introducción de una tecnología que mejore significativamente la eficiencia del reciclaje o la calidad de los productos resultantes podría hacer del negocio estudiado en el presente trabajo, un modelo obsoleto.

De ser así, y producirse un cambio en el panorama tecnológico, habría que asumir una nueva inyección de capital que permitiese implementar las futuras tecnologías. El tiempo de reacción que implicaría el cambio, así como el nuevo capital necesitado, podrían poner en riesgo el modelo de negocio.

7. Conclusiones y trabajos futuros

A lo largo del presente trabajo, se ha llevado a cabo el estudio de la implementación del modelo de negocio que utiliza stock obsoleto de marcas de lujo y la ropa de trabajo usada, para la producción de fibras textiles que posteriormente son vendidas a firmas de moda del segmento lujo-premium. De esta forma se ha podido contestar a la pregunta que enmarca el objetivo del proyecto, determinando que este modelo de negocio no solo es viable desde un punto de vista tecnológico y operacional, si no que además resulta considerablemente atractivo desde una perspectiva económica y financiera. A lo largo de este capítulo se analizarán las principales conclusiones extraídas del presente trabajo.

En primer lugar, la normativa vigente está completamente alineada con el modelo de negocio descrito en este trabajo. En concreto, el negocio es especialmente coherente con la directiva 2008/98/EC de la Unión Europea, revisada en 2023, la cual expresa la importancia de una gestión sostenible de los residuos textiles. De esta forma, la elección de la ropa de trabajo como material de difícil reciclado se alinea completamente con la estrategia textil de la Unión Europea, la cual busca gestionar la presencia de sustancias químicas peligrosas en los productos textiles y responsabiliza a los fabricantes de sus productos a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta estrategia europea también establece la obligación de implementar sistemas de recogida separados para los distintos residuos textiles. De esta forma, el hecho de que el modelo de negocio desarrollado esté enfocado en la reutilización de residuos textiles contaminados y se base en la separación y clasificación de dichos materiales, implica una total coherencia entre el contexto legal vigente y la idea de negocio desarrollada en el presente trabajo.

Además, las compañías industriales que generen residuos en forma de ropa de trabajo usada (industria pesada, constructora, farmacéutica, etc.) estarán dispuestas a ser proveedores de materia prima, motivadas por dos razones. Primero, la normativa europea que les impone la responsabilidad de gestionar estos residuos textiles potencialmente contaminados. Y, segundo, el hecho de poder monetizar dichos residuos mediante su venta al modelo de negocio propuesto, lo cual les ofrece una solución económicamente atractiva ante el complejo reto que supone la gestión de residuos.

Asimismo, las marcas de moda de lujo también mostrarán disposición para proporcionar parte de su stock obsoleto. La cadena de valor del presente trabajo se ha diseñado de tal forma que permita a las firmas de lujo deshacerse de su stock obsoleto en aquellos puntos en los que acaba su potencial de venta, es decir en las tiendas outlets. Esta solución no solo resulta atractiva para los intereses de las firmas de moda, sino que facilita la logística interna del negocio estudiado en el presente proyecto. Además de monetizar residuos y respetar la normativa europea, dichas firmas conseguirán mejorar su imagen de marca desde un punto de vista de concienciación medioambiental, lo cual está impuesto por las tendencias del cliente final.

Por otro lado, desde un punto de vista operacional y tecnológico, el modelo de negocio es viable. Se ha estudiado como existen tecnologías que permiten la clasificación, tratamiento y regeneración de fibras de los materiales estudiados, verificándose así la viabilidad técnica del negocio. aunque la variedad de materiales textiles implica una mayor complejidad logística. Sin embargo, el hecho de que no sea un modelo de negocio fácilmente replicable radica en la complejidad intrínseca al tratamiento de

fibras textiles muy diversas, lo cual implica un tratamiento específico para cada material distinto. Ello hace que, siendo viable, el modelo de negocio una complejidad logística digna de mención.

También desde el punto de vista operativo, se ha verificado la viabilidad en términos de provisión. Dicho de otra forma, se ha comprobado como en caso de poder capturar todos los residuos generados en términos de ropa de trabajo usada y stock de moda obsoleto, se podría satisfacer con creces la demanda estimada. Pese a que obtener la totalidad de los residuos y cubrir la totalidad de la demanda es un escenario irreal, de esta forma se verifica que, eventualmente, la provisión de materiales no resultaría un impedimento para satisfacer la demanda del mercado.

Adicionalmente, el enfoque que se ha tenido en la Generación Z como *target* final garantiza la viabilidad en el tiempo del modelo de negocio, ya que este segmento es el más joven y con mayor proyección de crecimiento en volumen de compras en la población. Este enfoque asegura que el modelo de negocio esté diseñado para aportar valor al consumidor final, así como satisfacer las necesidades y preferencias de un mercado en expansión.

Desde una perspectiva económica, se ha comprobado que operacionalmente es un modelo de negocio rentable, con márgenes que proyectan una mejora considerable debido a la dilución de gastos fijos conforme al crecimiento del volumen de ventas. Según las proyecciones estimadas por el presente trabajo, se recuperaría la inversión inicial en el tercer año, obteniendo un retorno de la inversión del 153% para el quinto año de operación.

Además, se ha estudiado como este modelo de negocio opera para satisfacer a un mercado nicho muy concreto: Kevlar, Nomex, algodón, seda, lana, poliéster, cuero y nylon reciclados para firmas de moda del segmento lujo-premium en España. Esto, junto con el hecho de que parte del mercado está concentrado en grandes firmas (por lo que en caso de obtenerse dichos clientes se podría capturar una parte de la demanda significativa), así como la fuerte inversión inicial estimada, justifica que el negocio sea capaz de obtener una parte del mercado relevante (10%) a lo largo del primer año de operación. Las ventajas competitivas presentes en el modelo de negocio estudiado, así como el panorama competitivo (el cual está poco saturado y no enfocado en este nicho concreto) hacen que dicha estimación se concluya viable.

Finalmente, y aunque no se ha considerado la posibilidad de financiación del estado o de la Unión Europea para garantizar unas proyecciones realistas y conservadoras, es posible que, dada la completa alineación con la normativa, se pueda obtener apoyo económico que haga el modelo de negocio aún más atractivo. Este aspecto ofrece una potencial mejora adicional en la viabilidad y atractivo financiero del presente proyecto.

En conclusión, desde los distintos puntos de vista estudiados, se ha dado una respuesta al alcance del presente trabajo, determinando que el modelo de negocio estudiado resulta viable desde el aspecto tecnológico, operacional, industrial y económico. Pese a ello, cabe recalcar la existencia de riesgos que podrían llevar a comprometer la viabilidad de cualquiera de estos aspectos. Para una mayor seguridad ante dichos

riesgos, se podrían desarrollar futuras líneas de investigación relativas a este trabajo, las cuales serán indicadas a continuación.

Trabajos futuros

Una vez finalizado el presente trabajo, existen posibles vías de estudio que desarrollen en profundidad los distintos aspectos que componen este proyecto. Para llevar a cabo el estudio de estos posibles trabajos futuros, se estudiarán en lo relativo a estos aspectos: aprovisionamiento, tecnologías, mercado y financiación.

En lo relativo a aprovisionamiento, posibles trabajos futuros podrían incluir un estudio en detalle de los proveedores de materias primas para el negocio desarrollado en este trabajo: tiendas outlets de firmas de moda de lujo y compañías industriales. El posible estudio se basaría en el desarrollo de entrevistas con estas compañías. De esta forma se podrán verificar o corregir las hipótesis relativas a la recepción de estas empresas para el suministro de materiales y al precio de compra que estarían dispuestos a aportar. De esta forma, se podría verificar si las firmas de lujo están dispuestas a vender al modelo de negocio expuesto su stock obsoleto, así como comprobar la disposición de las compañías industriales para vender ropa de trabajo usada. En caso de que la hipótesis resulta errónea y no estén dispuestos, sería necesario incrementar el precio de compra de la materia prima, lo cual implicaría una revisión del modelo económico.

Respecto a las tecnologías, futuros trabajos podrían implicar un primer prototipado de la planta de tratamiento de los materiales textiles. Pese a que se requeriría cierta inversión económica para realizar dicho prototipo, esto permitiría verificar la viabilidad operacional, así como identificar posibles retos o dificultades que desde un punto de vista teórico son difíciles de determinar. Gracias a estos posibles desarrollos se podría conseguir una mayor seguridad tecnológica y operacional antes de implementar el negocio a escala real, con la inversión de capital consecuente, evitando así futuros cambios o adaptaciones.

Desde el punto de vista del mercado, se podrían llevar a cabo entrevistas a grandes firmas de moda de lujo-premium, así como a pequeñas y medianas empresas del mismo segmento, con el objetivo de entender su opinión al respecto de esta materia. De esta forma se podría verificar que la demanda estimada en el presente trabajo es real, así como los precios de venta de materiales textil reciclado estimados. También se podría dar respuesta a parte de los interrogantes relativos a los riesgos del proyecto, como el potencial reciclaje *in-house* de estas firmas de moda. De esta forma, no solo se podrían corregir las hipótesis si no que potencialmente se podría modificar el modelo financiero (los precios de venta) para garantizar cubrir la demanda esperada en caso de una acogida por parte del mercado peor a la esperada.

Por último, futuros trabajos relativos a la financiación del proyecto incluyen la búsqueda de inversores que permitan la inyección de capital necesaria (CAPEX) para implementar el presente trabajo. Para ello, lo primero sería el desarrollo de una presentación corporativa que explicase en detalle el modelo financiero presentado en el presente trabajo, así como un estudio en mayor detalle de las hipótesis tomadas. Con ello, se podrían iniciar conversaciones y entrevistas con inversores tanto públicos como

privados. Teniendo en cuenta que el presente trabajo está alineado con la normativa europea actual, se trataría de comprobar la hipótesis relativa a la predisposición de los inversores privados y públicos para financiar dicho proyecto.

En conclusión, estos posibles trabajos futuros permitirían desarrollar estudios en detalle de las distintas áreas que conforman un modelo de negocio y que influyen a su viabilidad. De esta forma, no solo se podría verificar la viabilidad o llevar a cabo las modificaciones necesarias, sino que permitirían una mejor preparación ante los riesgos inherentes al modelo de negocio estudiado en este trabajo.

8. Bibliografía

44degNorth. (2024). LUXURY STOCK MANAGEMENT. 2024.

<https://44degnorth.tech/luxury-brands/>

Adegeest. (2023). *In the name of discretion: How luxury brands offload stock.*

<https://fashionunited.com/news/fashion/in-the-name-of-discretion-how-luxury-brands-offload-stock/2023121257340>

Adegeest. (2024). *Luxury brands are grappling with billions of euros of unsold*

inventory. <https://fashionunited.com/news/fashion/luxury-brands-are-grappling-with-billions-of-euros-of-unsold-inventory/2024031258850>

Anta Callersten, Bianchi, Dodero, Seara, Todescan, & Xu. (2020). *A Three-Season Strategy for Fashion and Luxury Retailers.*

<https://www.bcg.com/publications/2020/three-season-management-strategy-for-fashion-and-luxury-retailers>

Ashkenaz. (2021). *Recycle or compost: The future of coffee pods.*

<https://www.artefactmagazine.com/2021/03/05/recycle-or-compost-the-future-of-coffee-pods/>

Barrett, J., Chase, Z., Zhang, J., Banaszak Holl, M. M., Willis, K., Williams, A.,

Hardesty, B. D., & Wilcox, C. (2020, octubre 5). *Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight.* CSIRO.

BuyLeatherOnline. (2019). *Cost of Leather by the Yard or by the Meter.*

<https://buyleatheronline.com/en/blog/leather-by-the-yard-n84>

Byrne, & De silva. (2015). *Progress in separating, recycling cotton and polyester*

blends. <https://www.textiles.org/2015/07/15/progress-in-separating-recycling-cotton-and-polyester-blends/>

- CADRE Technologies. (2023). *RFID VS NFC: COMPARING TWO WAREHOUSE MANAGEMENT TECHNOLOGIES*. <https://www.cadrettech.com/blog/rfid-vs-nfc/>
- Calderón, G. (2018). *Generación Z*. <https://www.euston96.com/generacion-z/>
- cegid. (2023). *El futuro del lujo: ¿cuáles son las tendencias actuales?* <https://www.cegid.com/ib/es/blog/mercado-del-lujo-tendencias/>
- Chakraborty, Parveen, Chanda, & Aditya. (2020). *An insight into the structure, composition and hardness of a biological material: The shell of freshwater mussels*. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2020/ra/d0ra04271d#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fpubs.rsc.org%2Fen%2Fcontent%2Farticlepdf%2F2020%2Fra%2Fd0ra04271d%0AVisible%3A%200%25%20>
- Chand, S., Chand, S., & Raula, B. (2023, julio 21). *Textile and apparel industries waste and its sustainable management approaches*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-023-01761-1>
- Chiu, L., & Frost, C. (2024). *CES 2024: Color, Material & Finish*. <https://stylus.com/colour-materials/ces-2024-colour-material-finish>
- CincoDías. (2022). *La generación Z representará el 70% de las compras de las marcas de lujo para 2025*. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/09/21/fortunas/1663763569_841273.html
- Classy Leather Bags. (2023). *A Detailed Guide on How to Dye Leather*. <https://classyleatherbags.com/blogs/leather-guide/how-to-dye-leather>
- Cleanfax Staff. (s. f.). *The role of pH in cleaning. 2011*. <https://cleanfax.com/the-role-of-ph-in-cleaning/>

Concord. (2024). *How To Dye Leather – From Prep Through Surface Finishing*.

<https://www.libertyleathergoods.com/how-to-dye-leather/>

Coppola, D. (2022). *Distribution of e-commerce average greenhouse gas (GHG)*

emissions worldwide as of 2020. <https://www.statista.com/statistics/1254302/e-commerce-average-emissions-by-source/>

Costa de Souza Pinho, Luiz Calmon, Lima Medeiros, Viera, & Bravo. (2023). *Wood*

Waste Management from the Furniture Industry: The Environmental Performances of Recycling, Energy Recovery, and Landfill Treatments.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/20/14944>

Cramer-Flood, E. (2021). In global historic first, ecommerce in China will account for more than 50% of retail sales. *EMARKETER*.

<https://www.emarketer.com/content/global-historic-first-ecommerce-china-will-account-more-than-50-of-retail-sales>

Crespo Garay, C. (2018). *¿Sabes cuáles son los 10 productos más difíciles de reciclar?*

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/08/sabes-cuales-son-los-10-productos-mas-dificiles-de-reciclar>

Datta, Błażek, Włoch, & Bukowski. (2018). *A New Approach to Chemical Recycling of Polyamide 6.6 and Synthesis of Polyurethanes with Recovered Intermediates*.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-018-1314-4>

Davis, R. S. (2024). *Aramid Recycling: Solving a Tricky Environmental Issue*.

<https://www.textileworld.com/textile-world/features/2024/03/aramid-recycling-solving-a-tricky-environmental-issue/>

De silva, Wang, & Byrne. (2014). *Recycling textiles: The use of ionic liquids in the separation of cotton polyester blends*.

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/ra/c4ra04306e#!divCitation>

DeVere. (2024). Laundry. 2024. <https://deverechemical.com/industrial-laundry-detergent/>

Dissanayake, & Weerasinghe. (2021, octubre 22). *Fabric Waste Recycling: A Systematic Review of Methods, Applications, and Challenges*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s42824-021-00042-2>

Do All Sawing Products. (2024). *Tungsten Carbide Blades*.
<https://www.doallsaws.com/blades/carbide-blades>

Dreesmann. (2023). *CÓMO LIMPIAR EL CUERO: GUÍA COMPLETA PARA LIMPIAR EL CUERO*. <https://www.manuel-dreesmann.com/es/blogs/information/como-limpiar-el-cuero-guia-completa-para-limpiar-el-cuero#:~:text=English%20%20%0A%0ALanguage%0A%0AEnglishFran%C3%A7aisDeutschEspa%C3%B1olCatal%C3%A0Portugu%C3%AAs%20,5%E2%80%A0>

Du Pont. (2024). *KEVLAR® ARAMID FIBER TECHNICAL GUIDE*.
https://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/safety/public/documents/en/Kevlar_Technical_Guide_0319.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fwww.dupont.com%2Fcontent%2Fdam%2Fdupont%2Famer%2Fus%2Fen%2Fsafety%2Fpublic%2Fdocuments%2Fen%2FKevlar_Technical_Guide_0319.pdf%0AVisible%3A%200%25%20

Dunajko, M. (2023). *Navigating the Future: How AI is Revolutionizing Route Optimization in Logistics*. <https://neurosys.com/blog/navigating-the-future-how-ai-is-revolutionizing-route-optimization-in-logistics>

Dupoint. (2024). *Nomex Fiber—Technical guide*.
https://docslib.org/doc/6753032/nomex%C2%AE-fiber-technical-guide#google_vignette

- ECOALF. (2024). +600 *TEJIDOS INNOVADORES DESARROLLADOS Y UTILIZADOS DESDE 2009*. <https://ecoalf.com/pages/materiales>
- Ecochain. (2024). *Guide to sustainable product design (2024 Update)*.
- Ehsanur Rashid, Rubel Khan, Ul Haque, & Hasanuzzaman. (2023). *Challenges of textile waste composite products and its prospects of recycling*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-023-01614-x>
- El Biriane, B. (2020). *State-of-the-art review on recycled mussel shell waste in concrete and mortar*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-020-00394-9>
- Elite Labels. (2021). *RFID & clothing: How technology is quickly changing the landscape of fashion*. <https://www.elitelabelsgroup.com/rfid-clothing-how-technology-is-quickly-changing-the-landscape-of-fashion/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *THE NEW PLASTICS ECONOMY: RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS & CATALYSING ACTION*.
- Enciclopedia significados. (2024). *Reciclaje*. <https://significados.com/reciclaje/>
- EQUILIBRIUM. (2020). *Gucci Off The Grid*. <https://equilibrium.gucci.com/es/gucci-off-the-grid/>
- European Circular Economy Stakeholder Platform. (2024). *Siptex: A pioneering textile sorting technology for increased circularity*.
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/siptex-pioneering-textile-sorting-technology-increased-circularity>
- European Union Law. (1994). *Packaging and packaging waste*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l21207>
- European Union Law. (2008). *EU waste management law*. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>
- Farma Industria. (2017). *El empleo en la industria farmacéutica innovadora*.

Ferre Yarns. (2024). *Always looking for new and better ways forward.*

<https://ferreyarns.com/about-us/>

Ferronato, Nova Pinedo, & Toretta. (2020). *Assessment of Used Baby Diapers*

Composting in Bolivia. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5055>

Focus Economics. (2024). *Wool Prices.* [https://www.focus-](https://www.focus-economics.com/commodities/agricultural/wool/)

[economics.com/commodities/agricultural/wool/](https://www.focus-economics.com/commodities/agricultural/wool/)

FRED. (2024). *Global price of Cotton.*

<https://fred.stlouisfed.org/series/PCOTTINDUSDM>

Gestal. (2024). *El textil español seduce al capital: Hilaturas Ferre vende Recover a un*

fondo de EEUU. [https://www.modaes.com/equipamiento/el-textil-espanol-](https://www.modaes.com/equipamiento/el-textil-espanol-seducer-al-capital-hilaturas-ferre-vende-recover-a-un-fondo-de-eeuu)

[seduce-al-capital-hilaturas-ferre-vende-recover-a-un-fondo-de-eeuu](https://www.modaes.com/equipamiento/el-textil-espanol-seducer-al-capital-hilaturas-ferre-vende-recover-a-un-fondo-de-eeuu)

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Lavender Law, K. (2017, julio 19). *Production, use, and*

fate of all plastics ever made.

Gravity Wave. (2024). *LA AMENAZA QUE SUPONEN LAS REDES DE PESCA PARA*

EL OCEÁNO. <https://www.thegravitywave.com/redes-pesca/>

Greenfield, E. (2023). *Estrategias de diseño sostenible: Una guía completa.*

SIGMAEARTH.

Grupo Inditex. (2023). *Memoria Anual Grupo Inditex 2023.*

https://static.inditex.com/annual_report_2022/pdf/Memoria-anual-grupo-inditex-2022.pdf

Holland, A. (2015). *Disperse Dyes for Dyeing and Printing.*

<https://georgeweil.com/blog/disperse-dyes-for-dyeing-and-printing/>

Hossein Azarian, & Sutapun. (2022). *Biogenic calcium carbonate derived from waste*

shells for advanced material applications: A review.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2022.1024977/full>

- Immonen, Metsä-Kortelainen, Nurmio, Tribot, Turpeinen, Mikkelsen, Kalpio, Kaukoniemi, & Kangas. (2022). *Recycling of 3D Printable Thermoplastic Cellulose-Composite*. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2734>
- INE. (2024a). *Encuesta de población activa (EPA)*. <https://ine.es/dyngs/Prensa/es/EPA4T23.htm>
- INE. (2024b). *Estadística estructural de empresas: Sector industrial. Año 2022*. https://ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736143952&menu=ultiDatos&idp=1254735576715
- Itsubo, Wada, Imai, Myoga, Makino, & Shobatake. (2020). *Life Cycle Assessment of the Closed-Loop Recycling of Used Disposable Diapers*. <https://www.mdpi.com/2079-9276/9/3/34>
- Iždinský, Vidholdová, & Reinprecht. (2020). *Particleboards from Recycled Wood*. <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/11/1166>
- Jackson. (2023). *Is Recycled Leather Redefining Sustainability in Fashion?* <https://isitleather.com/blog/recycled-leather-sustainable-fashion-future/>
- Jackson, B. (2024). *Can Upcycling Leather Turn Scraps Into Riches? IS IT LEATHER?* <https://isitleather.com/blog/upcycling-leather-scraps-into-riches/>
- Janmark, Magnus, Marcos, & Wiener. (2024). *Sustainable style: How fashion can afford and accelerate decarbonization*. <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/sustainable-style-how-fashion-can-afford-and-accelerate-decarbonization>
- Kasavan, S. (2021, julio 7). *Global trends of textile waste research from 2005 to 2020 using bibliometric analysis*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-15303-5>

Kiron. (2021a). *An Overview of Polyester and Polyester Dyeing*.

<https://textilelearner.net/overview-of-polyester-and-polyester-dyeing/>

Kiron. (2021b). *Kevlar Fiber: Types, Properties, Manufacturing Process and*

Applications. <https://textilelearner.net/kevlar-fiber-types-properties-manufacturing/>

Kiron, M. I. (2022). *Carding Process in Spinning – An Overview*.

<https://textilelearner.net/carding-process-in-spinning-an-overview/>

Knox. (2023). *Chemical Handling Safety in Oil Refineries: Best Practices for*

Hazardous Materials. <https://knoxfr.com/blogs/resources/chemical-handling-safety-in-oil-refineries-best-practices-for-hazardous-materials>

Kuok Ho, D. T. (2023, diciembre 18). *State of the Art in Textile Waste Management: A Review*. Department of Environmental Science, The University of Arizona.

<https://www.mdpi.com/2673-7248/3/4/27>

Kwabena. (2024). *5 Unpleasant Ways Humidity Affects Leather (Plus Fix & Tips)*.

<https://favoredleather.com/does-humidity-affect-leather/>

Lamb. (2021). *The Secret to Spinning Silk*. <https://spinoffmagazine.com/the-secret-to-spinning-silk/>

LAPCO FR. (2019). *FR Clothing Wash Expectancy—Useful Life*.

<https://www.lapco.com/blogs/fr-education-guides/how-many-times-can-you-wash-fire-retardant-clothing>

Le Mouëllic, M., Ventura, A., Heller, K., Loh, A., Roch, R., Spitzbart, J., & Zanotelli, P.

(2023). *Six Strategies for Designing Sustainable Products*. BCG.

Leather Honey. (2024). *What Is Bonded Leather? Definition and Care Guide*.

<https://www.leatherhoney.com/blogs/leather-care/what-is-bonded-leather>

- Lodha, Song, Park, Choi, Won Lee, Wook Park, & Choi. (2023). *Sustainable 3D printing with recycled materials: A review*.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12206-023-1001-9>
- Malinverno, Schmutz, Nowack, & Som. (2023). *Identifying the needs for a circular workwear textile management – A material flow analysis of workwear textile waste within Swiss Companies*.
<https://www.dora.lib4ri.ch/empa/islandora/object/empa:31938>
- Manchanda, M. (2024). *THE ART AND CRAFT OF LEATHER DYEING: A COMPREHENSIVE GUIDE!* <https://www.rustictown.com/blogs/editors-desk/the-art-and-craft-of-leather-dyeing-a-comprehensive-guide>
- Maritz. (2024). *Storing Leather – Best Temperature For Storing Leather*.
<https://leathercrafttoolbox.com/home/storing-leather-best-temperature-for-storing-leather/>
- MaxBotix. (2021). *IoT Sensors for Fleet Management*.
<https://maxbotix.com/blogs/blog/iot-sensors-for-fleet-management>
- Metal. (2024). *Shredder Blades: Analysis of Classification, Material Selection, Service Life, and Design Techniques*. <https://maxtormetal.com/shredder-blades-material-life/>
- Molpeceres. (2023). *El sector del lujo español ya factura más por «experiencias» que por joyas, bolsos y perfumes*.
<https://www.elindependiente.com/economia/2023/12/03/el-sector-del-lujo-espanol-ya-factura-mas-por-experiencias-que-por-joyas-bolsos-y-perfumes/>
- Moya, C. (2020). *Así ha pasado Burberry de quemar 32 millones de euros en ropa a ser una de las firmas más sostenibles*.
<https://www.eleconomista.es/status/noticias/10391227/03/20/Asi-ha-pasado->

Burberry-de-quemar-32-millones-de-euros-en-ropa-a-ser-una-de-las-firmas-mas-sostenibles.html

Muntasir, K. S. (2022). *Disperse Dyes – Classification / Properties / Dyeing*

Mechanism. <https://textiletuts.com/disperse-dyes/>

Muñoz, A. (2018). *Burberry destruye productos por valor de más de 100 millones de*

euros para «proteger la marca». <https://www.elmundo.es/economia/ahorro-y-consumo/2018/07/21/5b51d8c0e5fdea53618b460d.html>

Nguyen, Luedtke, Nopens, & Krause. (2023). *Production of wood-based panel from recycled wood resource: A literature review*.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00107-023-01937-4>

Nomex. (2024). *Product Care Information on Nomex® Garments*.

<https://crewbossppe.com/blog/2020/8/28/product-care-information-on-nomex-garments>

Oceana. (2020, diciembre 15). *Amazon's Plastic Problem Revealed*.

OECD. (2022, febrero 22). *Global Plastics Outlook*. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/global-plastics-outlook_de747aef-en

Oliveras Castillo. (2024). *Hilaturas Ferré se ajusta: Caída de ventas y cierre de una planta a la espera de la regulación*.

<https://www.modaes.com/equipamiento/hilaturas-ferre-se-ajusta-caida-de-ventas-y-cierre-de-una-planta-a-la-espera-de-la-regulacion#:~:text=abierto%20este%20mes->

[,Hilaturas%20Ferr%C3%A9%20se%20ajusta%3A%20ca%C3%ADda%20de%20ventas%20y%20cierre%20de,menos%20que%20el%20a%C3%B1o%20anterior.](https://www.modaes.com/equipamiento/hilaturas-ferre-se-ajusta-caida-de-ventas-y-cierre-de-una-planta-a-la-espera-de-la-regulacion#:~:text=abierto%20este%20mes-)

- Omdena. (2022). *Delivery Route Optimization Using Machine Learning in the Logistics Sector*. <https://www.omdena.com/blog/optimizing-delivery-routes-using-ml-and-graph-theory>
- Omerogullari Basyigit. (2020). *Application Technologies for Functional Finishing of Textile Materials*. <https://www.intechopen.com/chapters/75103>
- Opwis, Celik, Benken, Knittel, & Gutmann. (2020). *Dyeing of m-Aramid Fibers in Ionic Liquids*. <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/8/1824>
- Orientanet. (2024). *¿Cuántas empresas de moda hay en España?*
<https://www.orientanet.es/cuántas-empresas-de-moda-hay-en-espana/>
- Pamuk, Encan, & Zeynep. (2023). *Thermal Characteristics, Mechanical and Comfort Properties of Heat-Protective Textiles*.
- Parlamento Europeo y Consejo. (2019). *DIRECTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO*.
<https://www.boe.es/doue/2019/155/L00001-00019.pdf>
- Petrie, L. (2023). *Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain*.
<https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/2023-10/Full%20Report%20-%20UNEP%20Sustainability%20and%20Circularity%20in%20the%20Textile%20Value%20Chain%20A%20Global%20Roadmap.pdf>
- Pringle, Rudnicki, & Pearce. (2012). *Wood Furniture Waste–Based Recycled 3-D Printing Filament*.
<https://meridian.allenpress.com/fpj/article/68/1/86/136717/Wood-Furniture-Waste-Based-Recycled-3-D-Printing>
- Procurement Resources. (2024a). *PA6 (Nylon6) Price trend and forecast*.
<https://www.procurementresource.com/resource-center/pa6-nylon-6-price-trends>

Procurement Resources. (2024b). *Polyester (POY) Price trend and forecast.*

<https://www.procurementresource.com/resource-center/polyester-poy-price-trends>

Profetto, L., Gherardelli, M., & Iadanza, E. (2022). *Radio Frequency Identification (RFID) in health care: Where are we? A scoping review.*

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12553-022-00696-1>

Puri, K. (2023). *AI Route Optimization & Route Planning Guide: How AI Routing Can Transform Route Optimization.* <https://fareye.com/resources/blogs/ai-route-optimization>

PYMNTS. (2023). *Luxury Brands Seek Discreet Ways to Move Goods During Slowdown.* <https://www.pymnts.com/news/retail/2023/luxury-brands-seek-discreet-ways-to-move-goods-during-slowdown/>

Rahman, M. (2023). *Disperse Dyes: Properties, Mechanisms, And Application Methods In Textile Industry.* <https://textileexplainer.com/disperse-dyes-properties-mechanisms-and-application-methods-in-textile-industr/>

Recycling inside. (2021). *STADLER and TOMRA Deliver the World's First Fully Automated Textile Sorting Plant in Malmö, Sweden.* <https://www.recyclinginside.com/textile-recycling/stadler-and-tomra-deliver-the-worlds-first-fully-automated-textile-sorting-plant-in-malmo-sweden>

Reina, C. (2023). *¿Qué tendencias inspirarán a la Generación Z este 2023? md.* <https://www.marketingdirecto.com/anunciantes-general/publicaciones/tendencias-inspiracion-generacion-z-2023-genz>

Rogers. (2024). *What Are Mouse Pads Made Of: Materials and Composition Revealed.* <https://thecomputerbasics.com/what-are-mouse-pads-made-of/>

Rout, Nayak, Patnaik, & Nezhad. (2022). *Development of Improved Flexural and Impact Performance of Kevlar/Carbon/Glass Fibers Reinforced Polymer Hybrid Composites*. <https://www.mdpi.com/2504-477X/6/9/245>

Salinas, J. L. (2021). *Moda reciclada de lujo: Una respuesta a la crisis*. <https://www.eltiempo.com/vida/tendencias/moda-reciclada-de-lujo-como-respuesta-a-la-crisis-de-la-pandemia-585277>

SCM Globe. (2020). *Zara Clothing Company Supply Chain*. <https://www.scmglobe.com/zara-clothing-company-supply-chain/>

Service Thread. (2015). *Materials Science for Industrial Threads and Yarns—Polyester and Nylon*. <https://www.servicethread.com/blog/materials-science-for-industrial-threads-and-yarns-polyester-and-nylon>

Shaikbah. (2023). *Silk Fabric Sos: Mastering The Art Of Repairing Damaged Silk*. <https://sciencesphere.blog/silk-fabric-repair-tips/>

Shiju, Al-Sagheer, & Ahmad. (2020). *Thermal Mechanical Properties of Graphene Nano-Composites with Kevlar-Nomex Copolymer: A Comparison of the Physical and Chemical Interactions*. <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/11/2740>

Stanton. (2024). *How to Get Grease Stains Out of Polyester*. <https://www.tipsbulletin.com/how-to-get-grease-stains-out-of-polyester/>

Stubbe, Van Vrekhem, Huysman, Tilkin, De Schrijver, & Vanneste. (2024). *White Paper on Textile Fibre Recycling Technologies*. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/2/618>

SunSirs. (2024). *China raw silk spot price*. <https://sunsirs.com/uk/prodetail-322.html>

thedutchladydesigns. (2023). *Does Louis Vuitton Have RFID?* <https://thedutchladydesigns.com/does-louis-vuitton-have-rfid/>

- Trunk, U., Harding-Rolls, G., Banegas, X., & Urbancic, N. (2021, febrero). *Fossil fashion: The hidden reliance of fast fashion on fossil fuels*.
<https://changingmarkets.org/wp-content/uploads/2021/02/CM-Fossil-Fashion-online-reports-layout.pdf>
- UN Trade & Development. (2021). Global e-commerce jumps to \$26.7 trillion, COVID-19 boosts online sales. *United Nations*. <https://unctad.org/news/global-e-commerce-jumps-267-trillion-covid-19-boosts-online-sales>
- UniVOOK Chemical. (2024). *Dyeing Carrier Innovation of Meta-Aramid Fibers*.
<https://www.univook.com/dyeing-carrier-of-meta-aramid-fibres/>
- UPS. (2020). *UPS To Enhance ORION With Continuous Delivery Route Optimization*.
<https://about.ups.com/us/en/newsroom/press-releases/innovation-driven/ups-to-enhance-orion-with-continuous-delivery-route-optimization.html>
- Vicky. (2023). *Best Temperature for Washing Silk: Garment Preservation*.
<https://silkpedia.com/temperature-for-washing-silk/>
- Vijay, & Narendhirakannan. (2023). *Science and Technology of Wool Fibers*.
https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-981-19-6772-6_51-1
- Vision Team. (2019). *Linen And Textile Care: A Breakdown Of Lifespans And Wash Cycles*. <https://www.visionlinens.com/blog/linen-textile-care-lifespans-wash-cycles>
- Wang, & Salmon. (2022). *Progress toward Circularity of Polyester and Cotton Textiles*.
<https://www.mdpi.com/2673-4079/3/3/24>
- Weavertextile. (2023). *How Do You Dye Aramid Fabric?*
<https://www.weavertext.com/info/how-do-you-dye-aramid-fabric-85418565.html>
- Williams. (2024). *Exploring The Chemistry Of Reactive Dye And How Does It Work?*
https://cottonandcloud.com/reactive-dye/#google_vignette

Woolmark. (2024a). *How to wash wool*. <https://www.woolmark.com/care/can-i-wash-wool-in-the-washing-machine/>

Woolmark. (2024b). *Top-making*. <https://www.woolmark.com/industry/product-development/wool-processing/worsted-top-making/>

Xometry. (2022). *7 Properties of Nylon: Everything you Need to Know*.

<https://www.xometry.com/resources/materials/properties-of-nylon/>

Yu, Y., & Tang, R. (2024). *Dyeing of Tussah Silk with Reactive Dyes: Dye Selection, Dyeing Conditions, Dye Fixation Characteristics, and Comparison with Mulberry Silk*. <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/5/1151>

Zande. (2018). *How much does Kevlar® (Aramid) cost?*

<https://www.servicethread.com/blog/how-much-does-kevlar-aramid-cost>

Zwieglinska, Z. (2023). *Fashion brands evolve NFC tag strategies to provide more value, exclusivity*. <https://www.glossy.co/fashion/why-implementing-nfc-tags-for-fashion-items-isnt-enough/>

9. Anexo I: Alineamiento del Proyecto con los ODS

Es importante mencionar el alineamiento existente entre el presente trabajo y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Estos son 17 objetivos claros constituyen una hoja de ruta global. De estos objetivos, este trabajo está completamente alineado con los relativos a innovación, crecimiento económico, industria, sostenibilidad y reciclaje. Por ello, a continuación, se explicarán cuáles de estos objetivos están más alineados con el trabajo desarrollado.

En lo relativo al objetivo llamado “Trabajo decente y crecimiento económico”, este proyecto fomenta un crecimiento económico sostenible al apostar por un modelo de negocio basado en la economía circular. De esta forma no solo se genera empleo e innovación, si no que además se desarrollan motores económicos basados en la circularidad. Así, se contribuye a la generación de impacto en términos de desarrollo económico, social y tecnológico mediante un modelo de negocio que, no solo es responsable con el medio ambiente, sino que además soluciona un problema existente como es la quema de stock obsoleto de firmas de lujo y la situación de difícil reciclado de la ropa de trabajo usada.

Respecto al objetivo de “Industria, innovación e infraestructura”, al ser el modelo de negocio estudiado uno puramente industrial que apuesta por tecnologías avanzadas para el aprovisionamiento de materiales (stock obsoleto de firmas de lujo y ropa de trabajo industrial usada) así como para el tratamiento y regeneración de las fibras de estos materiales. En definitiva, en este trabajo se ha desarrollado un modelo de negocio industrial innovativo dentro del marco de la gestión de residuos. La solución propuesta por el presente trabajo presenta una solución industrializable e innovativa en la regeneración de fibras en materiales complejos los cuales presentan una disparidad de materias primas las cuales dificultan su tratamiento por las vías normales.

En cuanto al ODS “Ciudades y comunidades sostenibles”, el modelo de negocio propuesto se centra en reducir los residuos, fomentando la reutilización de materiales. De esta forma, se ayuda en la construcción de ciudades sostenibles, con menos residuos y más oportunidades de reciclajes, especialmente en los polígonos industriales donde se recogería la ropa de trabajo usada. Contribuyendo a la reducción de los problemas de difícil reciclado de la ropa de trabajo y quema de stock de lujo, se colabora en la construcción de ciudades que tengan alternativas para la gestión de residuos que no solo sean eficientes y económicamente atractivas, sino que además sean responsables con el medio ambiente.

Directamente relacionado con el anterior objetivo, también se cubre el ODS “Producción y consumo responsables”, ya que se promueven prácticas responsables para los productores de prendas de lujo y los consumidores de ropa de trabajo. Estos productores y consumidores, gracias al modelo de negocio propuesto, tienen la opción de no solo solucionar el complejo problema de ser responsable con los residuos, si no de monetizar dicha solución mediante la venta de materiales como materia prima del presente negocio.

Por último, al reducir los impactos en los residuos, también se colabora a la consecución de los objetivos “Acción por el clima” y “Vida de ecosistemas terrestres”. Al fomentar

la reutilización de materiales, reducir residuos potencialmente contaminados como la ropa de trabajo usada y evitar medidas como la quema de stock obsoleto, se ayuda a disminuir el impacto negativo tanto en el clima como en la fauna y flora terrestre.

En definitiva, el modelo de negocio basado en la economía circular estudiado en el presente trabajo, colabora en la consecución de aquellos objetivos del desarrollo sostenible basados en la industria, innovación, empleo, sostenibilidad y gestión de residuos.