



Para citar este artículo: Sancho Lamana, R. (2022). El potencial de las técnicas textiles artesanales en el reciclaje de residuos plásticos y su aplicación al diseño textil. *Sostenibilidad: económica, social y ambiental*, 5, 1-20. <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad2023.5.01>

El potencial de las técnicas textiles artesanales en el reciclaje de residuos plásticos y su aplicación al diseño textil

The potential of artisan textile techniques in the recycling of plastic waste and their application to textile design

Rocío Sancho Lamana

Universidad Politécnica de Madrid, España

rociosancho@icloud.com

<https://orcid.org/0000-0003-0058-7238>

RESUMEN

En una población creciente, la mayor demanda de productos influye tanto en el incremento de los recursos utilizados como de los residuos generados. En este contexto el diseño cumple un papel estratégico, al poder seleccionar recursos y herramientas para producirlos sin perjudicar el medioambiente. En esta selección empieza a ser habitual el uso de materia prima proveniente del reciclaje gracias a las nuevas tecnologías. A pesar de la disponibilidad de estos avances, su implantación es aun muy reducida, especialmente en países en vías en desarrollo, donde apenas se reciclan los residuos y aun dependen en muchas de sus actividades del trabajo artesanal. Sin embargo, las técnicas artesanales utilizan criterios sostenibles tanto en sus procesos y materiales, como en el capital humano, facilitando su desarrollo en cualquier contexto. La oportunidad de investigación nace precisamente de unir esta mayor accesibilidad del sector artesanal al papel estratégico del diseñador. El objetivo de esta investigación ha sido evaluar su aplicabilidad en el reciclaje de residuos plásticos como materia prima textil y su aplicación en una primera tipología de tejidos. En el proceso experimental se han aplicado técnicas artesanales en un residuo plástico habitual en el embalaje comercial, como el polietileno de baja densidad, para generar materia prima textil y elaborar muestras textiles. Como resultado se ha obtenido tanto materia prima como tejidos de interesantes características, y se sugiere continuar la investigación abordando la aplicabilidad de estos hallazgos en proyectos concretos de diseño textil.

Palabras clave: tecnología artesanal; diseño sostenible; producción textil; reciclaje plástico.



License: this work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ABSTRACT

Population growth increases demand for products and produces higher levels of waste. In this context, designers have a strategic responsibility in choosing sustainable manufacturing methods. Recycled materials have recently become a prominent option thanks to new technologies. Not much so in developing countries where waste is rarely recycled, and artisan work still dominates in many of its activities. However, artisan techniques are sustainable in terms of materials, production methods and human capital. This research attempts to evaluate the opportunity these types of techniques present for designers in their strategic role for protecting the environment. In particular, the aim was to experiment with the applicability of artisan methods in the recycling process by using recycled plastic materials as source material for textile products and to provide a first approximation to textile typologies. The experimentation was conducted using low-density polyethylene or LDPE, one of the most used plastic products in commercial packaging. In the process several samples with potential for textile design projects were generated. The result was highly positive. Both the source material as well as the textile production presents promising and interesting characteristics. Further research on the applicability of these findings to concrete fashion projects is encouraged.

Keywords: artisan technology; sustainable design; textile production; plastic waste recycling.

1. Introducción

En una población en crecimiento, la mayor demanda de productos se ha traducido en un incremento tanto de los recursos necesarios para producirlos como de los residuos generados a lo largo de su ciclo de vida. Entre ellos, uno de los principales problemas medioambientales son los desechos plásticos. Según la ONU, el problema no está en el plástico como tal, sino en el desarrollo de su ciclo de vida. Debido fundamentalmente a los límites y restricciones que aparecen durante la producción, consumo y eliminación de los mismos, en los patrones lineales tradicionales (Bening et al., 2021). En su elaboración se utiliza grandes cantidades de agua y energía que emiten gases de efecto invernadero en forma de dióxido de carbono, y que a la vez producen aguas y químicos residuales. El 79 % de la basura plástica que se genera se deposita en vertederos o es tirada en el medioambiente, se recicla solo el 9 % y el 12% restante se incinera (Agencia EFE, 2018). El residuo generado tras su uso tiene una larga vida, facilitando el que sea consumido por la fauna en los vertederos y en el medio acuático, ocasionando el envenenamiento y la muerte de peces, aves y animales. Ante este escenario se están demandando cambios urgentes en la gestión de los desechos plásticos. En Europa se está empezando a tratar de desvincular el crecimiento económico del consumo de estos recursos a través de una economía circular que haga sostenible su desarrollo. Pero esta transición conlleva un esfuerzo cuyas implicaciones técnicas, económicas y sociales, son de largo alcance y no siempre fáciles de implantar (Bening et al., 2021).

Figura 1. Bolsas plásticas desechadas de polietileno de baja densidad o LDPE
Fotografías realizadas por la autora del artículo



En el sector textil esta preocupación por los valores ambientales es cada vez mayor, tanto por parte de los consumidores como de los accionistas, empezando a adquirir las cadenas de suministro un papel clave en la sostenibilidad de las empresas productoras (Babinski, 2019). Su objetivo se resume en hacer más con menos, alargando la vida útil de los productos textiles, reintrociéndolos al finalizar en la cadena textil, asumiendo la lógica de la economía circular y abordando con la misma intensidad las condiciones humanas en que son producidos (Carrera-Gallissà, 2017).

El reciclaje de sus residuos y su conversión en materia prima textil empieza a ser posible, gracias a los avances en la industria química y las nuevas tecnologías. Estos avances están posibilitando la fabricación de nuevas fibras textiles casi a partir de cualquier material susceptible de ser valorizado (Adanur, 2001). Van apareciendo más empresas textiles que reciclan fibra usada, mezclada en gran parte con fibra nueva, para mejorar su resistencia, modificar su estructura y obtener un mejor rendimiento.

La materia prima utilizada en el reciclaje puede provenir tanto de una fibra natural como de una fibra artificial. Fabricar usando como materia prima fibras naturales suele percibirse como mejor opción, pero no es siempre así. Para que el proceso sea realmente sostenible debe ir ligado a materiales orgánicos; a certificaciones ecológicas que garanticen criterios ecológicos en los procesos de producción, como por ejemplo ECO-Label, la Etiqueta Ecológica Europea creada por la Unión Europea (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2020); o fabricarse a partir del reciclaje de fibras naturales, lo que evitaría generar esa misma cantidad de fibras (Gestal, 2019).

Optar por fibras manufacturadas para su reciclaje sería la otra opción. Su valoración medioambiental ha mejorado con el tiempo según se han ido produciendo nuevos avances tecnológicos en la producción de las mismas. Con los medios adecuados, se ha visto que también es posible el reciclaje de fibras manufacturadas para la creación de otras nuevas e incluso su manipulación para crear fibras con mayores prestaciones que las fibras naturales. Recuperar este tipo de fibras evitaría gastar la cantidad de agua y energía que hubiera sido necesaria para producir esa misma cantidad de fibras. Además, se pueden realizar en un

sistema de producción de ciclo cerrado, lo que garantizaría la escasa generación de residuos durante el proceso, al reutilizarse como materia prima en el propio proceso de producción (Baugh, 2016).

A pesar de la disponibilidad de estos avances tecnológicos, su implantación en países en vías de desarrollo es aun muy reducida. En estos países el uso de medios industriales es ya de por sí limitado y aun dependen en muchas de sus actividades del empleo de técnicas artesanales. La tecnología que sería necesaria para recuperar sus residuos es apenas inexistente y, por tanto, la capacidad para producir materia prima a partir de ellos.

Sin embargo, en estos últimos años está apareciendo una nueva capa de valor en el empleo de las técnicas artesanas. Son las ventajas de una actividad, que lejos de ser antagónica, se está convirtiendo en un modelo de sostenibilidad. Al analizarlas, se ha observado que utiliza de manera natural criterios sostenibles en sus procesos de producción. Existe el necesario equilibrio entre el aporte económico que genera el producto artesanal, el bienestar de la sociedad que interviene en su producción y en su uso, y el cuidado del medio ambiente. Las técnicas artesanales siempre se han percibido como productos únicos, originales, y dependientes del contexto en el que se establecían, donde se mezclaban la cultura, el paisaje, el clima y la historia. Pero además están pensados para durar, con una producción que normalmente incluye el reciclaje de los desechos de su trabajo. Además, al comprar directamente al productor, el cliente puede ser consciente de que no se produce explotación ni se vulneran los derechos de los trabajadores que participan en su desarrollo (Banjo, 2014). La relación es más personalizada al contactar de manera directa con el artesano y puede conocer más detalles sobre el producto, siendo consciente de cómo, dónde y quién lo ha fabricado (Siegle, 2011). Estas actividades se ven, principalmente en países subdesarrollados, como una forma de "industrializarse" sin grandes inversiones de capital. Sin embargo, podrían ayudar a los países desarrollados a conseguir una economía más sostenible, más localizada y de bajo consumo de energía, en donde la calidad en vez de la cantidad puede reducir el consumo general, disminuyendo su producción y generando a su vez menos basura (Econation, 2020).

Por otro lado, también es importante señalar la importancia del papel del diseñador como factor estratégico dentro del ciclo de vida del un producto. Se dice que tiene un papel estratégico, al ser el que establece los recursos y herramientas necesarias para producirlo, y cumplir con las expectativas del cliente al que se dirige. Si en el proceso de diseño de un producto utiliza criterios ambientales que no comprometan al medio ambiente, se puede además decir que el diseño es sostenible. Estos criterios deben estar basados en la calidad de los materiales para durar en el tiempo y en la optimización de los procesos de producción para disminuir la producción de residuos y emisiones contaminantes. Esta disminución se puede conseguir usando materia prima de bajo impacto ambiental, reduciendo la cantidad de material necesario para su producción o seleccionando como materia prima un material renovable y/o reciclable. Estos criterios también deben incluir en la parte social el trato justo a los trabajadores a través de propuestas de diseño que garanticen el empleo de prácticas laborales justas.

Actualmente podemos encontrar proyectos de diseño textil que nacen ya buscando estas sinergias con los artesanos en sus procesos de creación y producción (Known Supply, 2019). Son parte de un cambio cultural que ha traído un sentido de responsabilidad ecológica y social. Ponen en duda la forma en que se lleva a cabo la industria textil, cuestionando los modelos comerciales existentes y desarrollando prácticas de diseño ético a través de colaboraciones con artesanos textiles tradicionales, que incluyen las técnicas artesanales en

sus productos (Emmett, 2014). Estos proyectos están promoviendo procesos innovadores que permiten desarrollar y consolidar el rol de la artesanía en el país como una herramienta de desarrollo sostenible. Además, están aprovechando las herramientas y plataformas digitales actuales para generar nuevas formas de coordinación y eficiencia en el proceso. Pudiendo así reducir los costes de producción y regresando a modelos más locales o distribuidos, que les harán más sostenibles (Gwilt, 2020).

En esta línea de acción y pensamiento es en la que se ha enmarcado la presente investigación. Se ha intentado abrir una vía que fuera más accesible, más sostenible y con menor coste económico, que permitiese reducir el impacto ambiental de los residuos plásticos, especialmente en aquellos países con un desarrollo tecnológico más limitado.

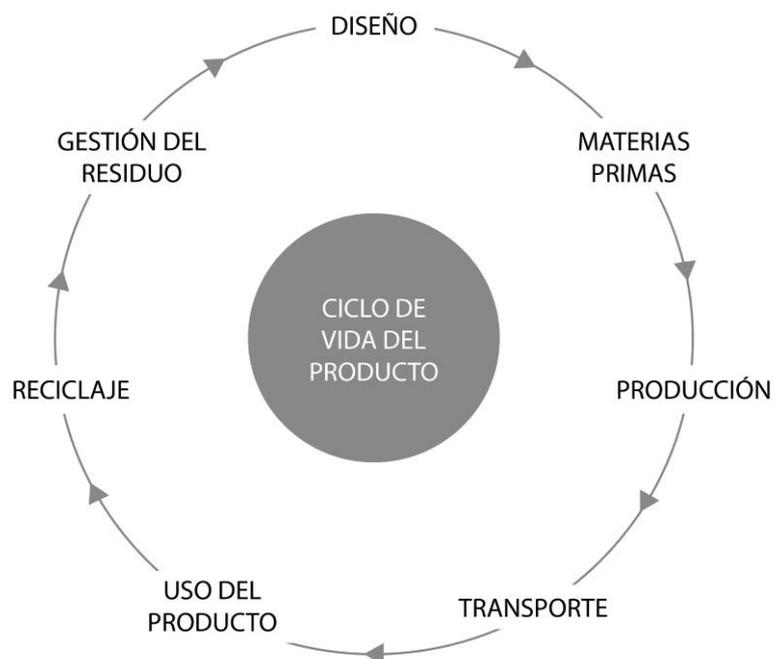
Para conseguirlo se ha aprovechado como oportunidades de investigación dos hechos descritos anteriormente. El primero tiene que ver con el potencial de las técnicas textiles artesanales en el proceso de fabricación de un producto. Su desarrollo es ambientalmente limpio, socialmente justo, económicamente viable y, por lo tanto, sostenible. Sumado a su accesibilidad, tanto en materiales como en herramientas y capital humano. El segundo hecho tiene que ver con el papel del diseñador, en este caso concreto del diseñador textil. Se quiere aprovechar su carácter estratégico en la selección y gestión de los recursos que se van a emplear en cada una de las fases del Ciclo de Vida del producto (Figura 2).

Se va a experimentar de manera conjunta con estas dos oportunidades para dar respuesta a dos cuestiones:

- ¿Se puede obtener materia prima textil usando procesos artesanales a partir de residuos plásticos?
- ¿Son viables los tejidos construidos a partir de esta materia prima aplicando técnicas igualmente artesanales?

Estas preguntas sintetizan el objetivo general de la investigación. Se va a demostrar que es posible utilizar procesos artesanales de producción en el reciclaje de residuos plásticos para generar materia prima y elaborar nuevos productos textiles y que al hacerlo, se aporta en el proceso una nueva capa de valor a través del diseño.

Figura 2. Fases del ciclo de vida de un producto. Fuente: elaboración propia.



2. Metodología

Esta investigación ha utilizado una metodología experimental que aprovecha el proceso artesanal como herramienta de desarrollo sostenible en un residuo plástico concreto, el polietileno de baja densidad o LDPE. Un residuo de uso común en la industria y de alta disponibilidad tras su uso como embalaje comercial. La metodología se ha desarrollado a lo largo de tres etapas:

En la primera se han estudiado las propiedades intrínsecas al material que compone el residuo utilizado, el polietileno de baja densidad, así como su comportamiento ante factores externos. En una segunda etapa se ha seleccionado la tecnología artesanal que servirá en el reciclaje del LDPE como materia prima y en el desarrollo de muestras textiles.

En la última etapa se ha experimentado con dicha tecnología y se ha elaborado una primera tipología de muestras textiles potencialmente aplicables a la industria, con el objetivo de evaluar, en el comportamiento de dichas muestras, aquellos hallazgos tanto formales como funcionales que puedan justificar y recomendar la apertura, en un futuro cercano, de una línea de investigación que estudie su aplicabilidad en productos textiles concretos.

2.1. Estudio de las propiedades del material que compone el residuo plástico o LDPE

La composición del material plástico seleccionado es el primero de los polietilenos en ser desarrollado, el polietileno de baja densidad o LDPE. Un polímero termoplástico de comportamiento semirrígido y apariencia transparente, que destaca por su dureza, flexibilidad, resistencia a los productos químicos, al agua, y por ser fácil de procesar por la mayoría de los métodos. Gracias a su baja densidad y alta resistencia al impacto se usa de manera generalizada en la fabricación de embalajes. Siendo una de sus aplicaciones habituales las bolsas plásticas de mano de supermercados y tiendas en general. Seleccionadas en esta

investigación por ser fáciles de encontrar como parte de los residuos plásticos y de extraer como material a reciclar dentro de la investigación.

Para entender su comportamiento se van a analizar sus propiedades, por la implicación que puedan tener tanto en el proceso de reciclaje como materia prima como en su desarrollo artesanal como material textil.

2.1.1. Propiedades químicas

El LPDE es químicamente inerte a temperatura ambiente, al resistir en cualquier concentración a la mayoría de los disolventes inorgánicos, ácidos débiles y sales. Su baja densidad y resistencia a la corrosión le proporciona baja permeabilidad a la humedad. Sin embargo, envejece si se deja mucho tiempo expuesto a la luz del sol, por lo que no es aconsejable su uso en exposiciones prolongadas y en situaciones donde se encuentren temperaturas extremas.

2.1.2. Propiedades mecánicas

Tiene alta resistencia al impacto, una temperatura de trabajo bastante baja, superficie blanda y baja resistencia a tracción, a un esfuerzo cortante o a compresión. Al ser sometida a este tipo de esfuerzos, inicialmente se deforma rápidamente, pero según va pasando el tiempo esta variación disminuye. La deformación por ese esfuerzo se convierte en permanente si va acompañado de altas temperaturas.

2.1.3. Propiedades físicas

Es liviano, moldeable y por tanto fácil de procesar. En cuanto al color, destaca por su color lechoso y una estructura en su mayor parte amorfa, aportándole esa apariencia translúcida. La temperatura de transición vítrea está muy por debajo de la temperatura ambiente, explicando así su naturaleza, a la vez flexible y blanda. Esto se debe a que la ramificación de la cadena lateral larga de las moléculas de LDPE produce un polímero más amorfo con un punto de fusión más bajo y una mayor claridad en comparación con el LDPE. A pesar de ello tiene buena tenacidad y flexibilidad en un amplio intervalo de temperaturas, soportando hasta 80 °C de forma continua y 95 °C en un corto período de tiempo. Alcanza su fusión máxima de 106 a 112°C.

2.1.4. Propiedades eléctricas

El polietileno de baja densidad o LDPE es un excelente aislante eléctrico. Propiedad que no varía con la temperatura debido principalmente a la naturaleza no polar de su estructura.

En resumen, se puede decir que sus principales ventajas radican en su facilidad de procesamiento combinada con la mejora continuada de su rendimiento, brindando soluciones competitivas en costes en una amplia variedad de aplicaciones. Produce, desde estructuras complejas de envasado de alimentos hasta bolsas de la compra, cartones revestidos, revestimientos, películas agrícolas, revestimientos de extrusión, tapas y cierres, etc. Además, ofrecen buena estética, capacidad de impresión, resistencia al desgarramiento y elasticidad. Sin embargo, tiene baja resistencia, escasa rigidez, temperatura máxima limitada de procesamiento, inflamabilidad, poca resistencia a la exposición solar prolongada, alta

permeabilidad a los gases y susceptibilidad al agrietamiento por estrés (Gómez Torres, 2014; Vasile & Pascu, 2005).

Figura 3. Bolsa plástica transparente de PLDE. Fuente: elaboración propia.



2.2. Selección de la tecnología artesanal empleada en la experimentación textil

En la segunda etapa se han buscado técnicas textiles manuales que facilitasen la conversión o reciclaje del residuo plástico seleccionado, el polietileno de baja densidad o LPDE, en materia prima textil y su procesado posterior en tejido.

Para dar forma a un material textil o tejido es necesario obtener un material en forma de lámina, que sea elástica, flexible y más o menos resistente. Existen diferentes técnicas para entrelazar series de hilos y/o fibras con los que formar estas láminas textiles. Teniendo en cuenta la manera en que las técnicas textiles unen o entrelazan las fibras o los hilos formados por las fibras para construir los tejidos, se van a estudiar para la experimentación tres tipologías de tejidos diferentes, material textil tejido, y dos tipos de material textil no tejido, material textil no tejido con acabado liso y material textil no tejido con acabado irregular.

2.2.1. Material textil tejido

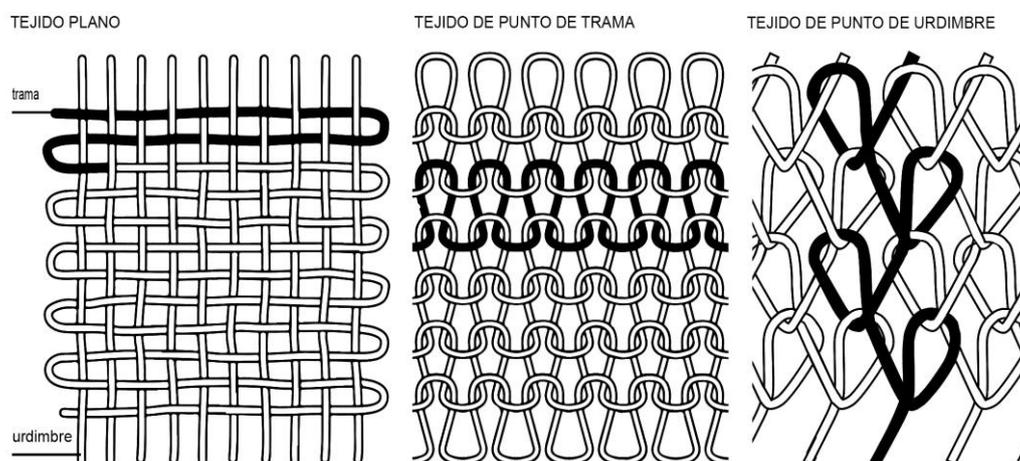
El primer grupo de tejidos corresponde al material textil tejido o construido mediante el entrelazado ordenado de hilos. Para que sean hilos y se puedan utilizar en tejeduría se componen de una o varias hebras largas y continuas, creadas con varias fibras cortas o filamentos.

Es importante que el hilo una vez formado sea lo suficientemente fuerte como para entrelazarse, anillarse u otra manera al tejer luego el tejido. El movimiento de torsión dado a las fibras con la rueca para formar la hebra o al grupo de hebras determinará la resistencia del hilo creado y la dirección de torsión, su textura.

Aunque las tipologías para realizar tejidos compuestos de estructuras ordenadas de hilos entrelazados son muy variadas, se ha decidido agruparlas en tres según las direcciones y el hilo o las series de hilos utilizados en el entrelazado:

- Tejeduría plana o hecha en telar: estos tejidos deben construirse en un telar, en este caso artesanal, utilizando dos series de hilos perpendiculares entre si, los hilos longitudinales llamados urdimbres y los transversales o hilos de la trama. A estos tejidos también se les llama tejidos de calada (Baugh, 2016).
- Tejido de punto de trama: estos tejidos se tejen creando bucles en una dirección mediante el enlazando del hilo consigo mismo, lo que hace innecesario el uso de una serie compuesta por varios hilos. Se puede hacer en una tricotosa o utilizando agujas de punto (Sissons, 2011).
- Tejido con punto de urdimbre: en este caso el material textil se teje entrecruzando una serie de hilos de urdimbre. Al realizarse este entrelazado de hilos solo en la dirección de la urdimbre, hace innecesario el uso de hilos de trama (Sissons, 2011).

Figura 4. Ejemplo de un esquema de tejido plano, tejido de punto de trama y de tejido de punto de urdimbre. Fuente: elaboración propia.

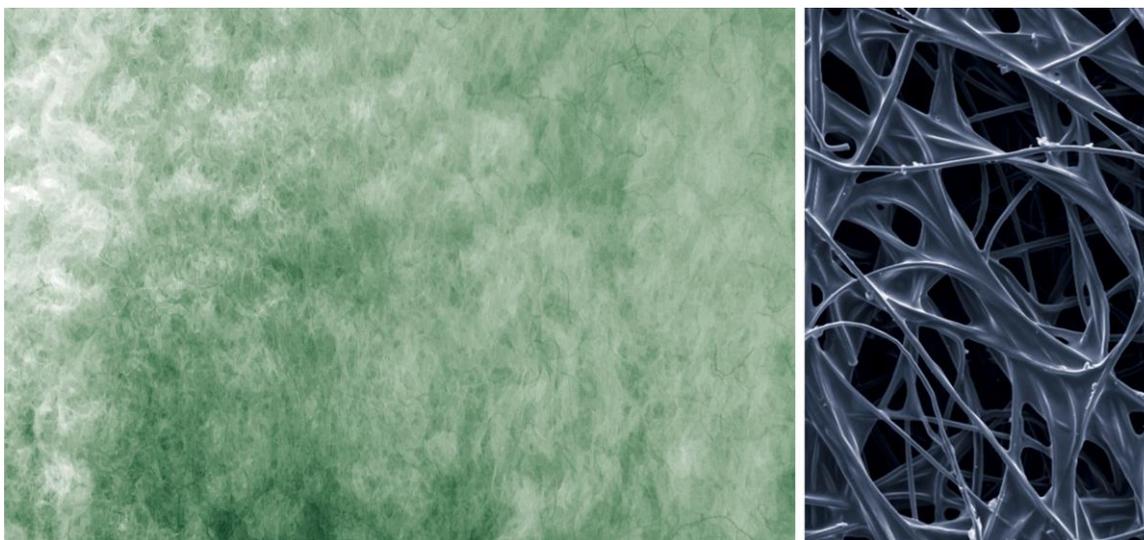


2.2.2. Material textil no tejido

El segundo grupo y tercer grupo de tejidos abarcaría los materiales textiles no tejidos. Estos textiles se realizan entrelazando directamente las fibras, no los hilos, a través de procedimientos mecánicos, térmicos o químicos. Destacan por no requerir del proceso de conversión de fibras en hilos y prescindir por tanto del proceso de tejido. Normalmente se suelen utilizar fibras colocadas; bien en capas, o bien cruzadas, y unidas de manera mecánica con agujas, adhesivos, productos químicos o mediante algún proceso en el que se utilice el

calor (Cusick et al., 1963). Este último es el procedimiento que se ha empleado en la experimentación (Figura 5).

Figura 5. Muestra de fieltro de lana (izquierda) y visión microscópica de fibras de poliéster unidas térmicamente (derecha). Fuente: elaboración propia (izquierda) y <http://institutotextilnacional.com/2019/05/02/no-tejidos-tendencias-y-oportunidades-actuales/#quienes-somosvisión> (derecha).



2.3. Realización de las muestras experimentales de tejidos

En este apartado se ha desarrollado la construcción de las diferentes muestras textiles experimentales. El proceso ha comenzado con la preparación de la materia prima plástica, de ella se extrajo las fibras e hilos que fueron necesarios teniendo en cuenta el tamaño de cada una de las muestras que iba a realizar. Posteriormente se le ha aplicado la técnica artesanal elegida para entrelazar sus fibras e hilos y fabricar el tejido (Adanur, 2001). Al ser artesanal el proceso se ha trabajado con pequeñas unidades, algo impensable en las grandes industrias, lo que ha dado lugar a costes más razonables y fáciles de adaptar, tanto en medios tecnológicos como en capital humano. Lo que permitió que la autora del artículo pudiera acometer en solitario el desarrollo experimental de la investigación.

Para garantizar la calidad del diseño en la elaboración de las muestras experimentales artesanales se han tenido en cuenta los principios fundamentales que marcan cualquier proceso habitual de diseño de un tejido. Siguiendo esos principios se ha experimentado con los colores, sus tonos y saturaciones para hacerlos protagonistas o bien ayudar a realzar otros colores. Se ha trabajado con la escala de los hilos entrelazados, sus uniones en la muestra y/o con los motivos posicionados a lo largo de la superficie textil. Se ha tenido en cuenta los cambios en la textura según la construcción del tejido y/o sus posibles acabados. Se ha analizado la transparencia y el brillo del material a través de las interacciones de la luz sobre la superficie y/o a través de la propia muestra. Y por último se ha probado con distintos pesos y densidades del tejido para probar su manejabilidad y reforzar o reducir su movimiento (Undale, 2015).

Figura 6. Rueda y telar artesanal utilizados en la investigación. Fuente: elaboración propia.



2.3.1. Desarrollo de muestras textiles tejidas

El primer grupo de tejidos corresponde como ya vimos al material textil tejido o construido mediante el entrelazado ordenado de los hilos. En el proceso se ha empezado preparando la materia prima plástica que se va a necesitar para realizar el hilado; a continuación, se han realizado diferentes hilados y por último se ha elaborado el tejido, experimentando tanto con tejido plano como con tejido de punto de trama. Para desarrollar las dos tipologías de tejido se ha aprovechado la textura que genera el propio entramado para reforzar o disminuir el volumen de sus formas y modificar la densidad del tejido.

Ante la imposibilidad de trabajar con tecnología avanzada que permitiese separar las fibras o filamentos de LDPE de manera aislada para la elaboración de los hilos, se ha buscado una alternativa manual. La alternativa ha consistido en recortar finas tiras del plástico de las bolsas, como si de filamentos se tratara y trabajar directamente con ellas para elaborar tres tipos de hilos plásticos (Figura 7).

Los primeros hilos se elaboraron con tiras de plástico recortadas y sin someter a torsión en la rueda manual. Estas tiras tienen menor resistencia a tracción como hilo, pero aportaron flexibilidad y transparencia al tejido.

Después se realizaron hilos de una sola hebra e hilos de varias hebras a las que si se les aplicó torsión para dar mayor consistencia al hilo y resistencia a tracción. En este caso ha sido necesario comenzar con la elaboración de los hilos de una sola hebra. Para estas primeras hebras se han recortado tiras de plástico y se han trabajado como si fueran filamentos, al aplicarles torsión con una rueda manual. Una vez fueron elaboradas las hebras se fueron uniendo entre si aplicándoles de nuevo torsión a través de la rueda. Como resultado se han obtenido hilos compuestos de varias hebras y por tanto de mayor calibre.

Por último, se han hecho tiras de capas plásticas fundidas para utilizar en el telar en la dirección de la trama. En el proceso se han fundido previamente con calor y presión dos o más capas plásticas, recortando la lamina resultante en tiras con diferentes anchos. Posteriormente se han experimentado con ellos en el telar utilizándolos como hilos solo en la dirección de la trama y, a continuación, se ha desarrollado la muestra de tejido utilizando algunas de las técnicas artesanales vistas anteriormente (Figura 4).

Para realizar las muestras de tejido plano se ha utilizado un telar artesanal. En los lizos se han colocado hilos compuestos de 2 o 3 hebras para dar mayor resistencia a las urdimbres. En la dirección de la trama se han usado, en cambio, diferentes combinaciones de color, grosor y/o torsión en los hilos, al no requerir tanta resistencia a tracción y poder dar mayor elasticidad a la muestra en esa dirección. En algunas muestras también se han intercalado algunos hilos de poliéster entre los hilos de plástico y en la dirección de la trama, aprovechando su color contrastado, la maleabilidad de sus hilos, y teniendo en cuenta su composición, al estar formada por fibras sintéticas y reciclables.

Para realizar las muestras de tejido de punto de trama se ha usado como herramientas artesanales las agujas de punto y las agujas de crochet. En su construcción se han combinado colores y grosores de hilo, pero trabajando siempre en la dirección de la trama al entrelazar el mismo hilo consigo mismo.

Figura 7. Hilado y desarrollo en telar de una de las muestras experimentales. Fuente: elaboración propia.



2.3.2. Desarrollo de muestras textiles no tejidas con acabado superficial liso

El desarrollo de una muestra textil no tejida se hizo atendiendo a las posibilidades de procesamiento térmico del material. El material textil se ha generado tras unir térmicamente distintas capas del material plástico extraído de las bolsas (Figura 8). Pero este no ha sido el único proceso de manipulado. Como se verá mas adelante, algunas muestras presentan además un acabado posterior realizado en forma de plisado bajo el calor suavizado y la presión de la plancha térmica.

Aunque el proceso de experimentación utilizado en las muestras de tejido no tejido ha ido variando dependiendo del tipo de muestra, se podrían diferenciar claramente dos técnicas de manipulado diferentes que a su vez han dado lugar a dos tipos de muestras de tejido no tejido. El primer grupo recoge las muestras que presentan una textura superficial lisa y uniforme. El segundo, en cambio, recoge aquellas muestras que presentan una textura superficial irregular y volumétrica a lo largo de la superficie del tejido.

Figura 8. Láminas plásticas y herramientas utilizadas en las muestras de tejido no tejido.
Fuente: elaboración propia.



Las muestras del primer grupo se han formalizado tras unir térmicamente la superficie completa de las diferentes capas superpuestas de plástico. Destaca el uso de la transparencia del material plástico, al permitir la visión a través de las capas de la disposición interior de diferentes recortes coloreados.

El proceso ha consistido en separar superficies limpias de las bolsas recicladas, recortarlas en diferentes formatos y extenderlas en posición horizontal superponiendo una sobre otra. Después se han preparado dos láminas rectangulares semitransparentes como capa base y cubierta, dejando repartidos entre las capas pequeños recortes de color. Una vez preparado el conjunto se ha aplicado calor con una plancha térmica, interponiendo una lámina de papel sulfurizado de protección entre la base de la plancha y la última capa de plástico. Al llegar el calor al plástico este se ha fundido, actuando de ligamento entre las distintas capas, pero sin llegar a quemarse. Para conseguirlo fue necesario graduar la temperatura, de manera que el resultado fuese limpio y que el formato general de la muestra reducido con el calor fuese el adecuado.

2.3.3. Desarrollo de muestras textiles no tejidas con acabado superficial irregular

En el tercer tipo de muestras textiles no tejidas con acabado superficial irregular, el material textil también se ha generado tras unir térmicamente distintas capas de material plástico, pero este no ha sido el único proceso de manipulado. Presentan además un acabado posterior en forma de plisado, realizado bajo el calor suavizado y la presión de la plancha térmica, aportando a su superficie un volumen más irregular.

Para conseguirlo ha sido necesario crear previamente retazos de telas textiles e incluso, en algunas muestras, hilos, con diferentes formatos y texturas. Dicho proceso ha comenzado recortando varios formatos de laminas blancas sin fundir. A continuación se han preparado nuevas láminas, pero lisas y con capas superpuestas fundidas, siguiendo el procedimiento visto anteriormente. Una vez preparadas las diferentes piezas, se han cortado, plegado y unido hasta construir la muestra final. En este caso la unión entre piezas ha vuelto a ser térmica, pero solo en zonas delimitadas que han servido para unir los extremos de unas piezas con

otras. Tras haber doblado y unido dichas piezas, se han liberado y abierto con los dedos las zonas no fundidas para poder mostrar mejor el volumen creado a través de sus pliegues.

3. Resultados y discusión

En la última etapa se ha evaluado el comportamiento de las muestras experimentales según el material y la técnica artesanal seleccionada en cada caso, analizando aquellos hallazgos tanto formales como funcionales que puedan justificar y recomendar su aplicabilidad en productos textiles concretos.

3.1. Resultados de la muestra experimental textil tejida

Estas muestras destacan por el uso predominante del color blanco lechoso del material, la transparencia de sus hilos que se hace visible al exponerse a la luz y los cambios volumétricos buscados en la textura a través del entrelazado de diferentes tipos de hilos (Figura 9).

3.1.1. Hallazgos formales

Peso y caída: en este tipo de muestras la caída y ligereza del tejido obtenido es mayor que la que muestra el tejido no tejido. Esta ligereza se debe principalmente a la menor densidad del material tejido, al utilizar un entramado bastante abierto.

Color: se han intercalado en algunas muestras hilos de poliéster de color rojo saturado tanto en la trama como en la urdimbre. Están dispuestos en menor proporción y en contraste con el fondo blanco dominante del material plástico. En otras muestras el blanco lechoso ha ocupado la totalidad de la muestra reduciendo el juego visual a la textura que da el propio entramado de los hilos.

Textura: se ha aprovechado la escasa densidad del entrelazado, el calibre de los hilos y la abertura de sus huecos también para reforzar el volumen del entramado, tanto en el telar como en las muestras realizadas con punto de trama. En algunas de las muestras realizadas en telar también se han utilizado hilos con efectos o se han superpuesto hilos añadidos en la dirección de la trama exagerando aún más la volumetría.

3.1.2. Hallazgos funcionales

Comportamiento químico: el tejido es químicamente inerte a temperatura ambiente, al resistir en cualquier concentración a la mayoría de los disolventes inorgánicos, tiene baja permeabilidad a la humedad pero envejece aceleradamente si se deja mucho tiempo expuesto a la luz del sol, por lo que es aconsejable su uso en interiores y sin exposiciones prolongadas a temperaturas extremas.

Comportamiento mecánico: conviene trabajar en el telar con hilos reciclados que contengan hebras bien torsionadas y de buen calibre, unidos mediante ligamentos resistentes como el tafetán, para conseguir una estructura suficientemente densa que compense la baja resistencia a tracción o a compresión del LDPE.

Comportamiento físico: el tejido es liviano, flexible, con apariencia translúcida y presenta una mayor elasticidad en las estructuras de tejido de punto de trama.

Figura 9. Muestras experimentales de tejido plano y tejido de punto de trama. Fuente: elaboración propia.



3.2. Resultados de la muestra experimental textil no tejida con acabado liso

En este primer tipo de muestras se aprecia un tejido liso y sin aberturas y por tanto de mayor rigidez. El tejido es semitransparente apreciándose en su interior diferentes recortes de superficies coloreadas cuya distribución permite la realización de diferentes composiciones (Figura 10).

3.2.1. Hallazgos formales

Peso y caída: la caída y ligereza del tejido obtenido es menor que el de la muestra experimental tejida. El mayor peso y la rigidez de las muestras se debe a la superposición de capas realizadas durante su desarrollo y a la inexistencia de aberturas en el tejido, reflejándose en una mayor dificultad de movimiento.

Color: en las diferentes muestras se puede observar como cada una de las superficies recortadas en su interior va cambiando de escala, color y forma, permitiendo la realización de las diferentes composiciones.

Textura: en las muestras la superficie del tejido es compacta y lustrosa al ser expuesto a la luz, produciendo un fondo lechoso que queda tamizado por pequeñas manchas recortadas de color que se distribuyen en su interior según la muestra textil realizada.

3.2.2. Hallazgos funcionales

Comportamiento químico: su comportamiento químico es semejante al desarrollado en las muestras tejidas en el telar siendo inerte a temperatura ambiente, resistente a cualquiera de los disolventes inorgánicos y con baja permeabilidad a la humedad,

Comportamiento mecánico: la unión térmica de las capas superpuestas de LDPE producen un tejido más rígido, escasa elasticidad, pero también más resistencia tanto a tracción como a compresión al ampliar el espesor de la lámina debido al mayor número de capas entrelazadas.

Comportamiento físico: el tejido es más rígido, con poca caída, de color lechoso y apariencia translúcida. Debido a su composición no es aconsejable su uso en exposiciones prolongadas al sol y en situaciones de temperatura extrema.

Figura 10. Muestras experimentales de tejido no tejido con acabado liso. Fuente: elaboración propia.



3.3. Resultados en muestras de tejido no tejido con acabado irregular

Las segundas muestras de tejido no tejido presentan un acabado superficial irregular. Los diferentes hallazgos obtenidos, tanto formales como funcionales, han dependido principalmente del formato de la superficie de unión de las diferentes capas plásticas y del proceso de manipulación superficial de dichos formatos en la construcción de la muestra. (Figura 11).

3.3.1. Hallazgos formales

Peso y caída: el peso del tejido obtenido aumenta en los tejidos compactos plisados o texturizados, pero disminuye en los tejidos que presentan aberturas. Estos últimos presentan, sin embargo, mejor caída gracias a la mayor flexibilidad del tejido.

Colores y motivos: en las diferentes muestras se puede observar como diferentes capas recortadas, plegadas, plisadas o manipuladas forman motivos utilizando volúmenes o vacíos sinuosos que se reparten lo largo de sus superficies lechosas.

Volumen y textura: en este tipo de muestras resalta el juego visual creado por las formas y volúmenes formados por las aberturas, la textura superficial o los distintos pliegues dependiendo del tipo de muestra. Presentan juegos dinámicos de luces y sombras en las distintas zonas de las muestras textiles con el movimiento, gracias a la transparencia del material y a los cambios producidos por la dirección del pliegue o la textura, en unos casos, y el tamaño de la abertura en otros.

3.3.2. Hallazgos funcionales

Comportamiento químico: su comportamiento químico es semejante al desarrollado en las muestras desarrolladas anteriormente.

Comportamiento mecánico: en las muestras de tejido liso y compacto se observó que la unión térmica de capas superpuestas de LDPE producían un tejido más rígido pero también más resistente, al ampliar el espesor de la lámina. En estas muestras experimentales se ha experimentado tanto con tejidos compactos y sin aberturas, como con tejidos con aberturas. Lo que ha aumentado en los primeros su resistencia y disminuido en los segundos, siendo estos últimos más frágiles y, por tanto, más susceptibles de producir desgarros ante esfuerzos principalmente de tracción.

Comportamiento físico: las propiedades se vuelven a alternar dependiendo del tipo de muestra. Más rígido y pesado en los tejidos compactos, y más liviano y frágil en los que presentan aberturas. Aunque ya se ha visto que tiene buena tenacidad y flexibilidad en un amplio intervalo de temperaturas, vuelve a no ser aconsejable su uso en exposiciones prolongadas al sol y en situaciones de temperatura extrema. El color lechoso se mantiene en todo el material, pero el nivel de transmisión de la luz varía dependiendo de la posible existencia de aberturas, así como de la posible volumetría producida por la textura de la muestra en algunos casos y/o la superposición de pliegues en otros.

Figura 11. Muestras experimentales de tejido no tejido con acabado irregular. Fuente: elaboración propia.



4. Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación se presentan agrupadas en tres apartados: validaciones o resultados positivos, limitaciones o dudas sobre los resultados obtenidos y recomendaciones para investigaciones posteriores.

En el primer apartado, hay tres validaciones señaladas. La investigación demuestra que sí es posible producir materia prima textil con recursos económicos mínimos, tanto energéticos como humanos, usando directamente los desechos industriales. Este resultado es relevante porque elimina la cadena industrial del reciclaje, proponiendo un ciclo de reciclado completo al alcance de comunidades sin recursos. La segunda validación se refiere a la consideración del conjunto de técnicas de artesanía textil como herramientas de reciclado, en la medida en que es un corpus de conocimiento que cubre todo el proceso industrial, desde la fabricación de la materia prima al tejido terminado, y que ha demostrado ser flexible al cambio de material que la investigación propone. Finalmente, la investigación muestra que es posible construir tejidos con características muy interesantes; si bien tienen las limitaciones propias de la materia prima empleada, que ahora se discutirán, también poseen un enorme potencial plástico y visual.

En el segundo apartado, exponemos dos limitaciones a esta estrategia de reciclado que los resultados de la investigación muestran. Se ha elegido trabajar con LDPE por su baja

temperatura de fusión, lo que hace la manipulación del material extremadamente accesible a la tecnología disponible en entornos artesanales. Sin embargo, esta elección también supone una limitación intrínseca a la durabilidad de las piezas realizadas con el mismo. La investigación, en su estado actual, no puede establecer esta duración de modo cuantitativo, pero asume que los textiles obtenidos no deben exponerse de modo continuado a la radiación UV (uso en exteriores diurnos), puesto que esa es también una limitación del material de base. La segunda limitación, pendiente también de estudios posteriores, debería resolver la duda razonable sobre si es posible reciclar de nuevo estos textiles, y con la misma tecnología artesanal, una vez termine su ciclo de uso, o por el contrario deberán reciclarse por otros procedimientos.

Por lo tanto, esta línea de investigación que propone el reciclado directo de desechos plásticos a través de tecnologías textiles artesanales, tiene potencial y merece la pena que siga su desarrollo en varios aspectos, siendo los más relevantes: estudiar la posible extensión de técnicas textiles tradicionales a plásticos con otras prestaciones como el PET, si bien tendrá otras limitaciones; estudiar la aplicación concreta de los tejidos obtenidos en piezas reales de indumentaria y complementos, para asegurar la reutilización que da sentido a este proceso de reciclado; y evaluar cuantitativamente la durabilidad de las piezas así obtenidas, así como su potencial real para un nuevo proceso de reciclado.

Referencias

- Adanur, S. (2001). *Handbook of Weaving* (3^a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429135828>
- Agencia EFE. (2018, 5 de junio). La ONU advierte de que sólo el 9 % del plástico usado en el mundo se recicla. *Agencia EFE*. <https://www.efe.com/efe/espana/sociedad/la-onu-advierte-de-que-solo-el-9-del-plastico-usado-en-mundo-se-recicla/10004-3638488>
- Banjo, S. (2014, 25 de abril). Nike aún lucha con las sobras de su mala imagen. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/nike-aun-lucha-con-las-sobras-de-su-mala-imagen-1398384193>
- Baugh, G. (2016). *Manual de tejidos para diseñadores de moda*. Parramon.
- Bening, C. R., Pruess, J. T., & Blum, N. U. (2021). Towards a circular plastics economy: Interacting barriers and contested solutions for flexible packaging recycling. *Journal of Cleaner Production*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126966>
- Carrera-Gallissà, E. (2017). Los retos sostenibilistas del sector textil. *Revista de Química e Industria Textil*, 220, 20-32. <http://hdl.handle.net/2117/103614>
- Cusick, G. E., Hearle, J. W. S., Michie, R. I. C., Peters, R. H., & Stevenson, P. J. (1963). Physical properties of some commercial non-woven fabrics. *Null*, 54(1), 52-74. <https://doi.org/10.1080/19447016308687752Ecoalf>
- Econation (2020, 1 de septiembre). The benefits of craft production. *The Monthly Planet*. <https://econation.one/blog/benefits-of-craft-production/>

- Emmett, D. (2014). Conversations Between a Foreign Designer and Traditional Textile Artisans in India: Design Collaborations from the Artisan's Perspective. *Presentado en Textile Society of America Symposium Proceedings*, 923. <http://digitalcommons.unl.edu/tsaconf/923>
- Gestal, I. (2019, 27 de diciembre). Objetivo 2020: la década en que la moda asumió que debía ser sostenible. *The Modaes.es*. <https://www.modaes.es/back-stage/objetivo-2020-la-decada-en-que-la-moda-asumio-que-debia-ser-sostenible.html>
- Gómez Torres, R. M. (2014). *Recuperación de polietileno de baja densidad (ldpe) a partir de empaques tetra pak*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/31126>
- Gwilt, A. (2020). *A practical guide to sustainable fashion*. Bloomsbury.
- Known Supply. (2019, agosto). El proyecto que está humanizando la industria de la moda. *The Monopolitan Journal*. <https://themonopolitan.com/2019/08/known-supply>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2010). *Etiqueta Ecológica Europea*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/etiqueta-ecologica-de-la-union-europea/>
- Siegle, L. (2011, 12 de junio). To die for: is fashion wearing out the world? Fourth estate. *The Guardian Journal*. <https://www.theguardian.com/books/2011/jun/12/to-die-for-lucy-siegle-review>
- Sissons, J. (2011). *Prendas de punto*. Parramon.
- Udale, J. (2015). *Diseño textil, tejidos y técnicas* (2ª ed.). Gustavo Gili.
- Vasile, C., & Pascu, M. (2005). *Practical guide to polyethylene* (pp. 15-17). Smithers Rapra Publishing.