

**SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS TEXTILES EN PROCESOS DE
TEJEDURÍA Y CONFECCIÓN PARA FABRICAR HILOS COMO INSUMO EN LA
GENERACION COPAS CORSETERAS**

BRIAN NICOLÁS BARRAGÁN SANTAMARÍA

JHON HENRY FORERO PACHECO

Proyecto integral de grado para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Orientador

Gustavo Adolfo Salas

Ingeniero Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Gustavo Adolfo Salas

Firma del director

Juan Carlos Robles

Firma del Jurado

Nasli Miranda

Firma del Jurado

Bogotá D.C. Junio de 2023

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Consejero Institucional

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA – PEÑA

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. ALEXANDRA MEJÍA GUZMÁN

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. RICARDO ALFONSO PEÑARANDA CASTRO

Secretario General

Dr. JOSE LUIS MACIAS RODRIGUEZ

Decano de la Facultad de Ingenierías

Dra. NALINY PATRICIA GUERRA PRIETO

Director del Programa de Ingeniería Industrial

Ing. MONICA YINETH SUÁREZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestos en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

DEDICATORIA

Dedicamos el resultado de este trabajo a toda nuestra familia. Principalmente, a nuestros padres que nos apoyaron y contuvieron los momentos malos y disfrutaron con nosotros los buenos. Gracias por enseñarnos a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Nos han enseñado a ser las personas que hoy somos, nuestros principios, valores, perseverancia y empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Por la culminación de la tesis agradecemos a todos aquellos ingenieros que nos ayudaron con el desarrollo de esta y a la empresa que nos acogió para fortalecer nuestros conocimientos, ámbito personal y profesional, además de los conocimientos que nos brindó para el desarrollo de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

El mundo no es perfecto. Pero sigue presente para nosotros, y está haciendo su mejor esfuerzo. Eso es lo que lo hace tan hermoso. Generalmente nos llenamos de miedos por todas las cosas nuevas a las que nos llegamos a enfrentar, pero esto no es causal para detenernos y echarnos a un lado. El futuro pertenece a quienes creen en la belleza de sus sueños.

No existen lecciones indoloras, simplemente no existen. Los sacrificios son necesarios, no puedes ganar algo sin perder algo primero... Aunque si puedes soportar ese dolor y alejarte de él, encontrarás que ahora tienes un corazón lo suficientemente fuerte como para superar cualquier obstáculo... Sí... Un corazón de acero.

Este trabajo de grado es especialmente dedicado a nuestros más cercanos familiares que siempre nos han apoyado desde el momento en que dimos el primer paso en la universidad. A todos nuestros conocidos que formaron parte de nuestras vidas dentro y fuera de la institución. A las personas que cuando iniciamos este proceso, ya no están con nosotros y aun que físicamente no lo estén, sus recuerdos viven en nosotros dándonos fortalezas para continuar.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Pregunta Problema	15
1.2. Árbol del problema	15
1.3. Justificación	16
1.5. Objetivo Específicos	17
2. ANTECEDENTES	18
3. MARCO TEORICO	20
3.1. Economía circular	20
3.2. Economía Circular en Colombia	20
3.3. Las 3 R's	21
3.4. Empresas que reutilizan residuos textiles	25
3.5. Empresas de reciclaje de ropa	25
3.6. Consumo Responsable y Posconsumo	26
3.7. Procesos para elaboración de tejidos	27
3.8. Marco Legal	29
6. DISEÑO METODOLÓGICO	32
7. CRONOGRAMA	34
8. DESARROLLO DEL PROBLEMA	35
8.1. Análisis y Estudio de Mercado	35
8.2. Competencia	35
8.3. Caracterización de residuos de empresas textiles	35
8.4. Proceso de Tejeduría	36
8.5. Proceso de Confección	37
8.6. Clasificación de residuos textiles	37
8.7. Clasificación de residuos en empresas textiles de Bogotá	39
8.8. Economía circular aplicada al sector textil	40
8.9. Procesos y/o métodos de reciclaje textil	42
8.9.1. <i>Procesos Químicos</i>	42

8.9.2. <i>Procesos Mecánicos</i>	42
8.10. Innovación del tratamiento de prendas textiles mediante la economía circular	43
8.11. Características de la copa corsetera	43
8.12. Propiedades de las láminas de bondeo para las copas corseteras	44
8.13. Conversión de residuos a hilo	45
8.13.1 <i>Proceso de conversión - Hilatura de poliéster</i>	45
8.13.2 <i>Proceso de conversión - Hilatura de algodón:</i>	47
8.14. Combinación de poliéster y algodón	51
9. PROPUESTA DE PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE HILOS	53
10. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFIA	61

LISTA D FIGURAS

	pág.
Figura 1. Árbol del problema	16
Figura 2. Proceso de Tejeduría	28
Figura 3. Cronograma	34
Figura 4. Proceso de hilatura del poliéster.	47
figura 5. Proceso de hilatura del algodón	51
Figura 6. Diagrama general de propuesta modelo.	56
Figura 7. Diagrama específico del proceso de modelo.	57

RESUMEN

En el presente trabajo vamos a encontrar la base y la aplicación de la economía circular dirigida hacia las empresas textiles, donde se busca utilizar en gran medida los residuos generados también llamados retazos o retal de estas industrias para re integrarlos a la economía prologando así su vida útil, el objetivo es darle un segundo uso a estos desechos por medio de la producción en insumos para este tipo de empresas, en este caso se realizó la propuesta para la producción de copas de láminas de bondeo con valor agregado el cual se enfoca en reducir la contaminación que se genera ya que es bien sabido que la industria textil es catalogada como una de las industrias más contaminantes en el mundo

Bogotá en los últimos años ha aumentado el número de empresas textiles hasta tal punto de igualar a Medellín la cual claramente se le considera líder en la producción de textiles en Colombia, por este claro crecimiento las empresas textiles de Bogotá se han visto obligadas a traer insumos tanto de otras ciudades como también de otros países ya que en Bogotá no se logran encontrar la cantidad de insumos suficientes para suplir la demanda.

La idea se originó partiendo de lo mencionado anteriormente, con el objetivo de contribuir positivamente tanto al ambiente como a generar nuevas estrategias para suplir este tipo de necesidades en la industria textil, se identificó la enorme cantidad de desechos generados en los procesos de tejeduría y confección, este tipo de desechos vírgenes no se le ha dado ningún uso por lo tanto se encontró por medio de diferentes procesos de clasificación aplicando el modelo de economía circular se espera que a través de esta propuesta se logre encontrar el modelo adecuado para producir los hilos a base de fibras recicladas como insumo para elaborar láminas de bondeo para copa corsetera reutilizando desechos textiles generados en el área de tejeduría y confección.

Palabras Clave: Economía Circular, Reciclaje, Hilos, Métodos de Reciclaje Textil, Textiles.

INTRODUCCIÓN

La industria textil está catalogada como una de las más contaminantes en el mundo, generando grandes impactos ambientales “Los datos de la UNCTAD indican que el rubro del vestido utiliza cada año 93.000 millones de metros cúbicos de agua, un volumen suficiente para satisfacer las necesidades de cinco millones de personas, y que también cada año se tiran al mar medio millón de toneladas de microfibra, lo que equivale a 3 millones de barriles de petróleo. Además, la industria de la moda produce más emisiones de carbono que todos los vuelos y envíos marítimos internacionales juntos, con las consecuencias que ello tiene en el cambio climático y el calentamiento global”[1] de esta manera se crea la necesidad de que las empresas impulsen nuevas prácticas en el uso de materiales, desarrollando sistemas de fabricación que ofrezcan productos sostenibles según la tendencia mundial sobre preservación del medio ambiente, debido a que cada día es más necesario e importante para lograr la protección de este.

Con lo mencionado anteriormente se desea proyectar un plan de desarrollo para la confección de productos a través de material reciclado de esta industria; como lo son los sobrantes de tela y prendas que hayan concluido su ciclo de vida. Para esto es necesario tener en cuenta la clasificación de residuos luego de los procesos de tejeduría y de confección, antes del reintegro de las prendas a la industria textil es necesario tratarlas por medio de procesos de reciclaje para que esta manera se transforme en la materia principal en la creación de tejidos textiles, que serían precisamente los hilos, y así lograr reintegrar o reutilizar lo que fueron residuos en su momento.

Acercándose más a lo que son los insumos de la industria textil, exactamente a las empresas manufactureras dedicadas a la fabricación de ropa interior femenina, por medio de un análisis se identificó que los principales faltantes de insumos son las copas de brasier, producto a la que va enfocada esta propuesta “Las empresas que desarrollan sus actividades dentro de la capital se concentran en su mayoría en suplir la demanda nacional, este sector dentro de la industria se ve altamente afectado debido a la competencia que enfrentan con los productos importados”.[2]

Esto conlleva un estudio para la clasificación de material reciclado luego de los procesos de tejeduría y confección, los métodos de reciclaje textil para el aprovechamiento de los residuos, generando o ampliando la vida útil de estas fibras textiles, la composición la cual se basa en el tejido con el que produce las láminas de bondeo para copas corseteras idealizando un tejido que se caracterice por ser amigable con el tacto con el cuerpo y sobre todo con el medio ambiente.

Para la ciudad de Bogotá, Colombia que es una de las ciudades con mayor porcentaje de empresas en el sector textil, “Colombia se ha posicionado como el primer exportador de confecciones en tejido plano en Suramérica en productos como sostenes, jeans, fajas y ropa de control. La industria de la moda colombiana representa el 9,4% sobre el total del PIB industrial y emplea alrededor de 600 mil personas” [3] Por esta razón se genera dificultades a la hora de conseguir insumos pues la demanda que tiene hace que las propias empresas de estas industrias tengan que comprar sus insumos de otras ciudades como Medellín o incluso llegar a importar estos insumos.

Partiendo desde estos hechos se intuye que generar un proceso de producción con los residuos generados por dichas empresas, es generar un beneficio en pro de las industrias textiles de Bogotá aprovechando la producción de los insumos para la industria textil, exactamente para el desarrollo o confección de prendas.

De esta forma no solo ayudara a suplir la demanda de insumos en la ciudad de Bogotá, sino que también las empresas dedicadas a la confección tendrán lapsos de tiempo de espera más cortos para el desarrollo de sus productos, además de generar un nuevo campo de estudio y de empleo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia la producción de textiles se divide en la preparación de fibras textiles, la fabricación de tejidos, arte de punto y acabados de productos textiles. Antioquia y Bogotá actualmente son considerados los principales centros de producción textil, donde su participación conjunta es del 84% del total [47]. En Colombia el sector textil cuenta con amplio reconocimiento y tradición en la economía nacional. Existen empresas importantes tanto a nivel nacional como internacional como Leonisa y Coltejer que han sido compañías pioneras en el desarrollo industrial del país [6].

Al pasar de los tiempos, el consumo de prendas de vestir se ha intensificado, pues hace unas décadas, las prendas eran mucho más duraderas, se podían arreglar, heredar y duraban muchos años más a comparación de las prendas de hoy en día que influenciadas por tendencias que genera que el guardarropa de las personas tenga que ser mucho más amplio. Para el 2020 en un periodo de Enero – Septiembre, el consumo en Colombia aumentó en un 53.5% donde Bogotá participó en un 32.5% con respecto al mismo periodo del año 2019.

Según el Banco Mundial para el 2020, el 20% de la contaminación del agua es causada por el procesamiento textil, lo que la convierte en el segundo mayor contaminante de recursos de agua dulce en el planeta. Asimismo, un cuarto de los recursos químicos producidos en el mundo se usa en los textiles. [7]

Estos factores quieren decir que, aunque en décadas pasadas también había contaminación por la producción de la industria textil, esta no es nada comparada a la contaminación generada en la actualidad, debido a que mayor consumo, mayor número de prendas producidas y mayor contaminación por la fabricación de estas prendas.

Actualmente la demanda de insumos para la producción textil en Bogotá es alta, por lo cual las empresas dedicadas a la confección de corsetería tienen que comprar estos insumos en ciudades como Medellín o importarlas desde otros mercados como lo es el chino con grandes marcas como FUJIAN KAIBANG quien produce hilos de diferentes fibras y características, o incluso marcas más arriesgadas que distribuye productos con fibras ya recicladas como lo hace la gran empresa Sueca H&M a día de hoy donde en sus vitrinas exponen las composiciones de cada productos con su porcentaje de participación de hilos reciclados y brutos.

La falta de insumos para productos del sector textil genera un mal en el sistema productivo debido a que esto puede ocasionar una ineficiencia en alguna área que pertenezca a este sistema, además de generar ineficiencia a los operarios por bajo nivel de producción con el cual ellos puedan desarrollar sus actividades o trabajos. El análisis se desarrolla por experiencia en la empresa Textiles Swantex donde a finales del año 2021, el cumplimiento de las plantas de confección hacia el área de despachos se veía afectada por la falta de uno de los insumos más importantes para la producción de brasieres el cual es la copa corsetera.

1.1. Pregunta Problema

¿Cómo contribuir al reciclaje de residuos textiles, producto de los procesos de tejeduría y confección a través de un sistema que nos permita recolectar, clasificar y reintegrar los desechos para fabricar hilos como insumo en la generación de copas corseteras?

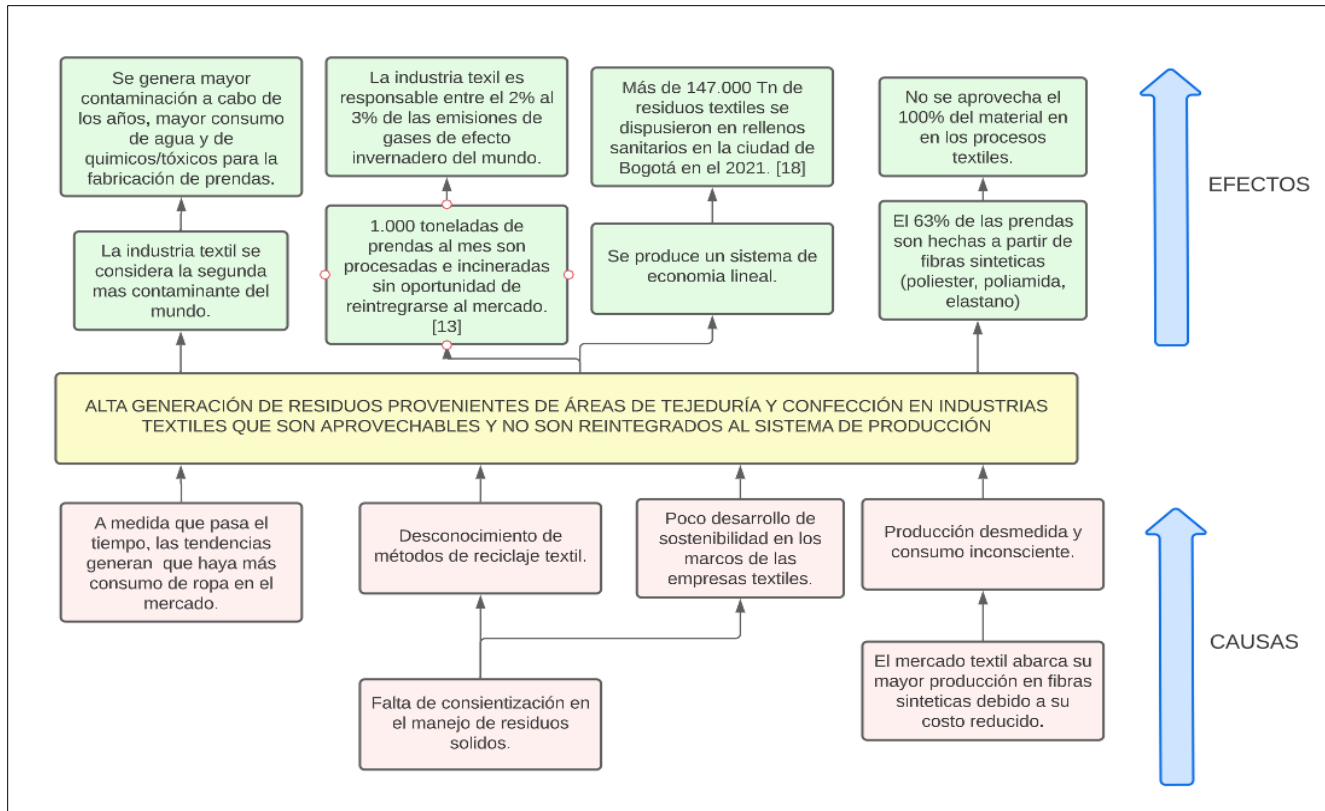
1.2. Árbol del problema

La elaboración del árbol del problema es esencial para identificar las causas y efectos del problema y de esta manera se crea un apoyo para generar un mejor análisis. Es un esquema con forma de árbol, que expresa todas las condiciones negativas descubiertas por las personas que se encuentran involucradas en un problema en concreto. [8]

Dentro de esta planificación se puede destacar una de ventaja como es la necesidad de que las empresas impulsen nuevas prácticas en la reutilización de desechos y disminuir la contaminación causada por las empresas textiles.

Figura 1.

Árbol del problema



Nota. Esta figura representa la herramienta “árbol del problema”, el cual está compuesta por las causas (parte inferior) y efectos (parte superior).

1.3. Justificación

El fast fashion ha influenciado en gran medida el aumento en la producción de prendas, basado en las tendencias y una necesidad inventada por parte de estas empresas, esto genera que las prendas producidas tengan un ciclo de vida más corto y un aumento en el uso de químicos y recursos naturales para su producción, cabe mencionar la gran cantidad de desechos generados que impactan negativamente al medio ambiente.

La principal razón es realizar un aprovechamiento con base en la economía circular cuyo objetivo es reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales de la industria textil ya que es la segunda industria más contaminante en el mundo, esto se aplica para crear un valor agregado a las empresas textiles, generando una imagen más amigable con el ambiente lo cual generará gusto en la sociedad, en este entorno entra esta propuesta para que los desechos sean aprovechados y reintegrados a las empresas textiles. Esta propuesta se plantea inicialmente por el crecimiento exponencial que han tenido las empresas textiles en Bogotá, este crecimiento generó escasez de los insumos textiles, lo que provoca que estos insumos

sean traídos de otras ciudades del país o en otros casos importarlos, esto genera un aumento en los costos de producción y en los tiempos de espera del insumo, por tal motivo se plantea aprovechar los desechos generados en el área de tejeduría y confección como insumo para producir copas corseteras, de esta manera se logra suplir la necesidad de insumos en las empresas textiles y reducir los desechos de esta industria.

Las copas corseteras al estar compuestas de filamentos de algodón, fibras sintéticas y espuma a base de poliuretano, hace que este insumo para confección de brasieres y tops sea candidato para que se produzca a partir de material reciclado debido a que se puede combinar los filamentos de algodón con los filamentos de fibra sintética para recubrir la espuma de poliuretano. Estos procesos de reciclaje textil son elaborados por diferentes empresas a nivel mundial con distintos métodos de reciclaje por medio de procesos químicos y mecánicos.

Con la Política Nacional de Residuos Sólidos, las empresas deben reducir la cantidad de residuos y eliminarlos de forma respetuosa con el medio ambiente, en Bogotá existen pocas empresas que ayudan a desechar dichos residuos de una forma amigable con el ambiente cumpliendo las leyes relacionadas con estos desechos, estas normas buscan a través de la gestión integral de residuos sólidos aportar la transición de un modelo lineal hacia una economía circular donde se hace uso de la jerarquía en la gestión de los residuos [9]. El COMPES 3874 de 2016 relaciona la necesidad de convertir procesos lineales en procesos circulares, generando que las materias primas invertidas en los productos tengan el fin de volver a ser reutilizadas en el mismo o en un proceso distinto, esta norma da el apoyo a la necesidad de reutilizar los residuos generados por grandes industrias como lo es la industria textil y volverlos a aprovechar en nuevas prácticas o procesos de esta industria.

1.4. Objetivo

Proponer un modelo para la recolección, clasificación y reciclaje de residuos textiles en procesos de tejeduría y confección mediante la fabricación de hilos utilizados como insumo en la generación de copas corseteras.

1.5. Objetivo Específicos

- Caracterizar los residuos de las empresas textiles en procesos de tejeduría y confección.
- Identificar métodos de reciclaje para residuos de fibras naturales y fibras sintéticas.
- Analizar métodos industriales para la elaboración de hilos a base de fibras naturales y sintéticas.

2. ANTECEDENTES

La industria textil y la problemática ambiental

La industria textil es la segunda más contaminante del mundo. Esta es una realidad que se vive ya hace unos años, pero este efecto causado por este tipo de industrias no solo es por la cantidad de desechos generados, sino que también por la cantidad de recursos utilizados por parte de estas empresas. Este daño ambiental que se genera en nuestro planeta es de suma preocupación y un tema para abordar con urgencia.

La industria textil tiene como necesidad tener una larga cadena de producción y consumo de materia prima que van desde el uso de agua, uso de pesticidas en las fibras textiles, químicos para tintorería en la construcción de prendas de vestir. A esto debemos sumarle la logística que se maneja para que las prendas producidas por estas industrias lleguen al consumidor para que finalmente crucen su ciclo de vida y terminen como un desecho más por parte de esta industria. Un estudio de la Fundación Ellen MacArthur (2018). De acuerdo con el informe “Una nueva Economía Textil: Rediseñar la moda del futuro”. La industria textil utiliza el 97% de sus materias primas de fuentes vírgenes y sólo el 2% de fuentes de reciclaje y de los 53 millones de toneladas de fibra producida para la industria, el 12% se desperdicia durante la producción de las prendas. Según el estudio, se pierden más de USD 500 mil millones de valor cada año debido a la falta de reciclaje en esta industria. Además, se liberan más de 1.200 millones de toneladas anuales de emisiones de carbono por esta mala gestión, que supera las emisiones de los vuelos internacionales y marítimos combinados. [4]

El algodón es la fibra natural más utilizada en el mundo el cual representa sólo el 2,4% del cultivo del mundo y se encuentra por lo menos en el 40% de nuestra ropa. Por lo mencionado anteriormente el algodón es una planta que consume más agua de lo normal también es necesario mencionar que es una de las plantas que más sustancias químicas consume para eliminar las plagas por este motivo se creó el algodón orgánico el cual es supuestamente una alternativa sustentable que solo representa el 1% de todo el algodón cultivado en el mundo pero es más costoso el cultivo de este algodón, este algodón orgánico consume 19000 Lts de agua para la fabricación de diferentes prendas de ropa como las camisetas y los pantalones, otro tipo de telas como lo son el poliéster y el nylon que no son amigables con el ambiente se estima que necesitan 70 millones de barriles de petróleo cada año para su fabricación esto demostrando el gran impacto ambiental negativo que se genera no solo con los desechos que se

producen diariamente sino que también con los recursos que necesitan este tipo de industrias para la producción de las prendas.[4]

Históricamente comenzó a usarse prendas tipo “bandas” para realizar actividades varias en el día, no solo para generar un soporte al busto, sino que también para cubrirlo, función que siguen cumpliendo hasta la fecha. A medida que el tiempo ha pasado el brasier ha evolucionado y con él sus beneficios; por ejemplo, en la época del Renacimiento, momento en que el cuerpo humano fue estudiado con detalle y se convirtió en el centro de atención en la escena artística, las curvas de la mujer cobran tanta relevancia que fue en ese momento donde este tipo de prendas pasaron de cumplir sus beneficios básicos a “rediseñar” la figura.[5]

La elaboración de copas para brasier o tops con copas está hecha a base de material textil no tejido con filamentos en algodón, material el cual se le conoce como guata, tejido sintético a base de fibras como el nylon, el poliéster y la lycra para el respectivo forrado de la copa.

3. MARCO TEORICO

3.1. Economía circular

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar al máximo los materiales y productos existentes para crear valor añadido [41]. De esta forma, se alarga el ciclo de vida del producto.

En la práctica, esto significa reducir los residuos. Cuando un producto llega al final de su vida útil, sus materiales se mantienen lo más económicos posible. Se pueden usar de manera efectiva una y otra vez y, por lo tanto, agregar valor a la empresa.

Esto contrasta con los modelos económicos lineales tradicionales, que se basan en gran medida en el concepto de “usar y tirar” o “operación única” que requiere grandes cantidades de energía y materiales baratos y fácilmente disponibles. La obsolescencia programada de medidas solicitadas por el Parlamento Europeo también forma parte del modelo.

Medidas como la prevención de residuos, el diseño ecológico y el reciclaje pueden ahorrar dinero a las empresas de la UE al tiempo que reducen las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero. Actualmente, la producción de materiales cotidianos representa el 45% de las emisiones de CO₂.

La transición a una economía circular puede traer beneficios como la reducción de la presión sobre el medio ambiente, la mejora de la seguridad del suministro de materias primas, la estimulación de la competitividad, la innovación, el crecimiento económico (un 0,5% adicional del PIB) y el empleo (se crearían unos 700.000 trabajos solo en la UE de cara a 2030).

También podría ahorrar dinero y mejorar la calidad de vida al proporcionar a los consumidores productos más duraderos e innovadores. [10]

3.2. Economía Circular en Colombia

La economía circular es un modelo respetuoso con el medio ambiente conocido por su apoyo positivo al factor económico, natural y social, se basa en tres principios; eliminar residuos y contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso y regenerar sistemas naturales repensando la forma en que la sociedad consume para reducir su impacto en el planeta.

El intercambio fue moderado por Álex Saer en el foro "Climate Sustainable Development, Industrial Innovation and Circular Economy in Infrastructure" durante la COP26 World Climate Change Summit,

donde más de 190 líderes fijaron objetivos para reducir el calentamiento global en la hoja de ruta de esta década y preservar el medio ambiente.

Al respecto, el ministro de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Carlos Eduardo Correa, enfatizó la importancia de las pymes: “La economía circular se está convirtiendo en un buen modelo de negocios para las pymes, porque al abordar algunas ineficiencias en los procesos productivos, costos de producción, energía y agua los costos y los costos de las materias primas se reducen, por lo que tales empresas no tienen, no se necesita mucha inversión para lograr la transformación. Debería ser una inversión en la economía circular de nuestra nación”[46].

En 2019, el gobierno lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular, la primera de su tipo en América Latina, un modelo de desarrollo destinado a aumentar la productividad y mejorar la eficiencia en el uso del agua, la energía y las materias primas, con el objetivo de restaurar los ecosistemas y reciclar, el material fluye y prolonga su vida útil mediante la introducción de innovaciones tecnológicas. [11]

3.3. Las 3 R's

La práctica de las 3R's da soluciones para poder hacer frente a las grandes cantidades de residuos que la sociedad genera diariamente, hace referencia a la gestión responsable de residuos por medio de la práctica de cada R.

Esta propuesta de hábitos de consumo, también conocida como “las tres erres de la ecología”, busca manejar los residuos generados de la mejor forma posible para el medio ambiente, además de concienciar a las personas sobre la importancia de estos sencillos actos diarios [48].

Esta práctica de las 3r's busca la implicación de la sociedad para conseguir una solución ante la gran producción de residuos, cuidar el medio ambiente es una de las tareas que todos los seres humanos deberíamos de cumplir, para así mejorar el mundo en el que vivimos [35].

Con la estrategia de las 3r's se busca aplicar modelos de reutilización para desechos textiles integrándolos de nuevo a la misma industria generando la disminución de residuos que se generan en las etapas de producción de tejidos textiles y la confección de prendas de vestir.

Definición de las 3R

La regla de las 3R está compuesta por los siguientes términos sobre la gestión de residuos:

Reciclar:

El primer modelo genera la que un producto o desecho que vuelva a ser productivo. El reciclaje consiste en someter un producto ya empleado a una serie de tratamientos para que este desecho pueda volver a ser usado en beneficio de la sociedad [42], además de lograr dar un segundo uso a los que ya se creen desechos ya sea dando una segunda oportunidad o procesándolos y convertirlos útiles para otro sistema productivo.

En su mayoría de productos, los materiales con los que son fabricados pueden reciclarse para dar la composición para nuevas prácticas industriales. Ejemplos de estos materiales son el cartón, el papel, el plástico y aluminio o para el caso de la industria textil pueden ser fibras naturales o sintéticas, espumas y empaques.

Según la Real Academia Española (2022) se define la palabra reciclar como el hecho de “Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar”.

Al hablar sobre el reciclaje hacemos referencia al proceso que sufre un material ya sea simple o complejo para poder ser puesto de nuevo en el ciclo de consumo o de producción, este ciclo puede ser distinto o el mismo para el que fue generado. El adjetivo “reciclado” hace referencia al estado final de un material que ha sufrido un proceso de reciclaje [50].

Según Del Val (1998) el reciclaje tiene una serie de beneficios que son:

- Ahorro de energía y evitar la contaminación.
- Ahorro de dinero y creación de nuevos puestos de trabajo.
- Contribución al Desarrollo Sostenible del planeta.
- Reducción del desperdicio y de la necesidad de contenedores de basura.
- Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.
- Ahorro de recursos naturales y conservarlos, como es el caso del agua, de los minerales y la madera.

Según un estudio realizado por Ecoembes durante el año 2020 a través del reciclaje de materiales se evitó emitir 1,67 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Según López, (2011), el reciclaje requiere de cuatro elementos, los cuales son:

recolección, selección de materias primas, recuperación de la materia prima para fabricar el producto y mercado y clientes que lo compren.

Algunos de los residuos que podemos generar en los domicilios a través de nuestro consumo diario son:

- Cartón y papel.
- Vidrio.
- Pilas y baterías.
- Materia orgánica.
- Metal y chatarra.
- Aceites y pinturas.
- Envases.
- Materiales de desechos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO,2020):

- Un árbol es capaz de captar de manera anual 150 Kg de CO₂.
- Las grandes superficies de vegetación y árboles moderan el cambio climático.
- Los árboles actúan como filtro de pequeñas partículas urbanas.

Las tasas de reciclaje a nivel mundial son muy variadas. A nivel europeo siguiendo los objetivos que se marcó la Asociación Europea del Medio Ambiente para 2020, varios países lograron alcanzar e incluso superar estas tasas de reciclaje, como Alemania, Bélgica y Austria, las cuales eran conseguir reciclar el 50% de residuos domésticos, pero siguen existiendo países que no logran alcanzar los objetivos [43].

Según información revelada por Portafolio, H&M convirtió 39.000 toneladas de desperdicios textiles (que equivalen a 180 millones de botellas plásticas) en prendas. Entre tanto, en Colombia, Enka anunció haber reciclado en hilos 143 millones de botellas durante los primeros 5 meses del año.

Teniendo en cuenta que el saldo estimado de desechos textiles en Colombia es de 12.000 toneladas anuales, la cifra equivaldría al reciclaje de cerca de 60 millones de botellas plásticas, proceso que Enka desarrolla en menos de 2 meses, revelando un gran potencial en producción y negocios que podría otorgar más de 200.000 millones de pesos en beneficios al cabo de 12 meses de actividad.

Reutilizar:

La reutilización es el proceso que permite poder volver a usar productos y bienes desechados, a los que llamamos residuos. De este modo se les otorga un nuevo uso, ya sea el mismo para el que fueron creados u otro nuevo [43].

Con este proceso se disminuye la necesidad de gastar nuevos recursos y se produce una menor cantidad de basura. Su principal función es poder alargar la vida de un producto antes de desecharlo [39].

Podemos llegar a conseguir este proceso a través de acciones como:

- Reutilizar el papel, y no escribir por una sola cara.
- Usar los materiales de desecho para la fabricación de nuevos productos como: realización de manualidades, juguetes, etc.
- Usar envases, botellas de plástico o de vidrio, recipientes y vasos para darles un nuevo uso y no tirarlos.

Para el caso de la industria textil podemos ver estas características en las siguientes acciones:

- Usar ropa de segunda mano.
- Donar ropa a fundaciones
- Crear prendas nuevas con ropa que ya no se use

Con un poco más de trabajo, pero no menos importante. Se puede desarrollar rellenos para peluches, almohadas o colchones, incluso reciclar los hilos mediante procesos de diferentes tipos para lograr reciclar las fibras empleadas en las prendas, cortinas y demás productos de dicha industria.

Reducir:

Al hablar de la reducción, estamos hablando de que debemos de limitar y reducir el consumo de los productos directos, lo que significa, que tenemos que simplificar el gasto de aquello que se compra, lo que tiene una relación directa con los desperdicios que producimos [43].

Para la industria textil es un factor importante ya que las nuevas tendencias de la moda generan que la demanda y de por si el consumo aumente significativamente cada año con respecto al anterior como se menciona en el siguiente artículo de Inexmoda:

Las ventas del sistema moda seguirán creciendo durante el 2022, consolidando así la recuperación económica de las empresas que conforman esta industria.

Inexmoda espera que los hogares colombianos gasten 28,9 billones de pesos en vestuario durante este año, lo que representa un crecimiento del 4,5% frente a las ventas registradas en el 2021, las cuales ascendieron a los 27 billones de pesos.

3.4. Empresas que reutilizan residuos textiles

Este ejercicio de conciencia no es solo para las industrias sino también para el individuo. Las empresas y los gobiernos también son responsables de la gestión de los residuos que generan y gestionan, y de qué tan bien gestionan los residuos a gran escala.

El impacto negativo de la moda en el medio ambiente comienza con el proceso de producción y continúa durante todo el ciclo de vida del producto. Un gran problema de contaminación en la industria de la moda es precisamente el mal manejo o mala gestión de las prendas al final de su vida.

Ahora existen empresas de reciclaje de ropa que se especializan en recolectar y reutilizar ropa usada y que apuestan por reciclar y reciclar para darle nuevos usos.[12]

3.5. Empresas de reciclaje de ropa

- ACTECO – Alicante, España

Recolectan los desechos en las mismas instalaciones que sus clientes y les brindan las herramientas que necesitan para clasificar adecuadamente sus desechos. Preparan textiles para su reciclaje a través de procesos de triturado y desmenuzado para que puedan ser desechados adecuadamente y reutilizados posteriormente en las empresas involucradas.

- Verde Universal – España

Verde Universal recolecta diariamente ropa y zapatos usados, que el ciudadano común devuelve a su red de receptáculos autorizados. Aquí comienza el ciclo de reciclaje textil de nuestras prendas. También brindan a las empresas textiles servicios de recolección de chatarra e inventario.

Después de recoger la ropa en contenedores, pasa a la planta de selección, donde parte de la ropa recogida se reutiliza, otra se convierte en paños de limpieza y el resto se desecha de forma permanente.

- ASIRTEX – Bogotá D.C Colombia

El objetivo principal de esta asociación es reunir a todas las empresas que realizan actividades relacionadas con el procesamiento textil y se comprometen a responsabilizarse de toda la cadena de valor de los productos textiles

Deben seguir los principios de “quien contamina paga” y “responsabilidad extendida del productor”. Además, también apoyan la transparencia del proceso al promover un marco regulatorio que se aplica a todas las empresas de este sector para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

- **Recuprenda**

La misión de Recuprenda es promover la economía circular en el sector textil y el diseño en Europa a través de innovadores procesos de reciclaje que alarguen la vida de los textiles y reduzcan los problemas sociales y medioambientales por la mala gestión de estos residuos. Considerados pioneros en el reciclaje textil colaboran con el equipo de SOEX, además de realizar proyectos innovadores con Resyntex.

- **Banco minuto de Dios – Bogotá, Colombia**

Un programa para comprar, recolectar y distribuir ropa y artículos para el hogar, como parte de una estrategia de economía circular para reducir, reutilizar y reciclar materiales para que duren el mayor tiempo posible, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y la solución de problemas. necesidades urgentes de las poblaciones vulnerables.

- **Madre Coraje**

Madre Coraje es una organización sin ánimo de lucro que apuesta por el reciclaje como fuente de financiación y como una iniciativa de respeto al medioambiente y buenas prácticas.

Sensibilizan a la sociedad en materia de gestión de residuos, y el ciclo de reciclaje de la ropa tiene 4 vertientes según si tiene etiqueta o no:

- Si la ropa tiene etiqueta, la envían a comunidades con las que trabajan.
- Si no tienen etiqueta la venden en mercadillos solidarios, la entregan a empresas dedicadas a la valorización de ropa usada para reciclar o reutilizar, o bien las ceden a instituciones en España que las necesiten.

3.6. Consumo Responsable y Posconsumo

Una nueva forma de vida comenzó con la Revolución Industrial cuando los cambios en el orden cultural dieron paso a mayores ingresos, innovación técnica y el descubrimiento de nuevos recursos, lo que incrementó los costos humanos. Cantidad de consumibles [36].

Desde la década de 1950, las ideas culturales han ido y venido, permitiendo diferentes valores o diferentes ideas de lo correcto y lo incorrecto, desde el siglo XX cuando se define el medio ambiente. Así, comenzó a crecer la tendencia de consumidores que recurrían al reciclaje y otras soluciones sostenibles, ya que valoraban la idea de que no se utilizaban materias primas limpias, sino que de ellas nacían nuevas prendas. El traje se convierte así en un patrón circular, donde tanto el productor como el

consumidor están claramente informados sobre la tendencia a reducir los impactos durante la producción [51].

Sin embargo, muchos problemas fueron generados por la variedad de residuos, muchos países comienzan a desarrollar estrategias que les permitan organizarse, a menudo pueden prevenir riesgos ambientales después de crear planes. Por lo tanto, en el caso de Colombia, se están dando pasos para crear una estrategia de disposición adecuada de los residuos generados, de modo que siga un sistema de manejo diverso que evite la contaminación de los recursos naturales [46].

3.7. Procesos para elaboración de tejidos

- Tejido de punto:

Es una de las primeras técnicas desarrolladas para convertir el hilo en tela e incluso en ropa. Se desconoce el verdadero origen del mimbre, pero hay evidencia de que data del año 1000a.C. Las agujas de ganchillo en bruto se usaron por primera vez para tejer, y no fue hasta el siglo XV que tejer se convirtió en un pasatiempo popular. A lo largo de los siglos, el tejido se ha convertido en una tecnología automatizada y precisa.

Las telas de hoy en día van desde telas livianas translúcidas ultrafinas hasta artículos resistentes como suéteres y otras telas para la cara. " Tejido de punto" se define como el entretejido de hilos en una malla para formar una tela. Los dos métodos principales por trama y por urdimbre. En el tejido de trama, los bucles se hacen en la dirección horizontal tejiendo repetidamente agujas de tejer adyacentes. El hilo se introduce en la aguja desde paquetes individuales. En el tejido de punto por urdimbre, los bucles se forman principalmente en la dirección de la urdimbre con agujas de tejer simultáneas. El hilo se inserta en la aguja por uno o más cabos. En comparación con la construcción tejida rígida y estable, los tejidos de punto se adaptan más fácilmente a los cambios de forma.[14]

- Tejido plano:

Hay evidencia de que el primer telar plano se utilizó hace unos 4.000 años. Los mismos tejidos básicos se usaban en la antigüedad. En 1100, se fundó en Inglaterra la Handloom Weavers Association para apoyar la industria textil y artesanal. Los tejidos planos son únicos debido a su extremadamente amplia gama de aplicaciones. Los tejidos planos son los principales componentes de la confección, el hogar y los tejidos industriales.

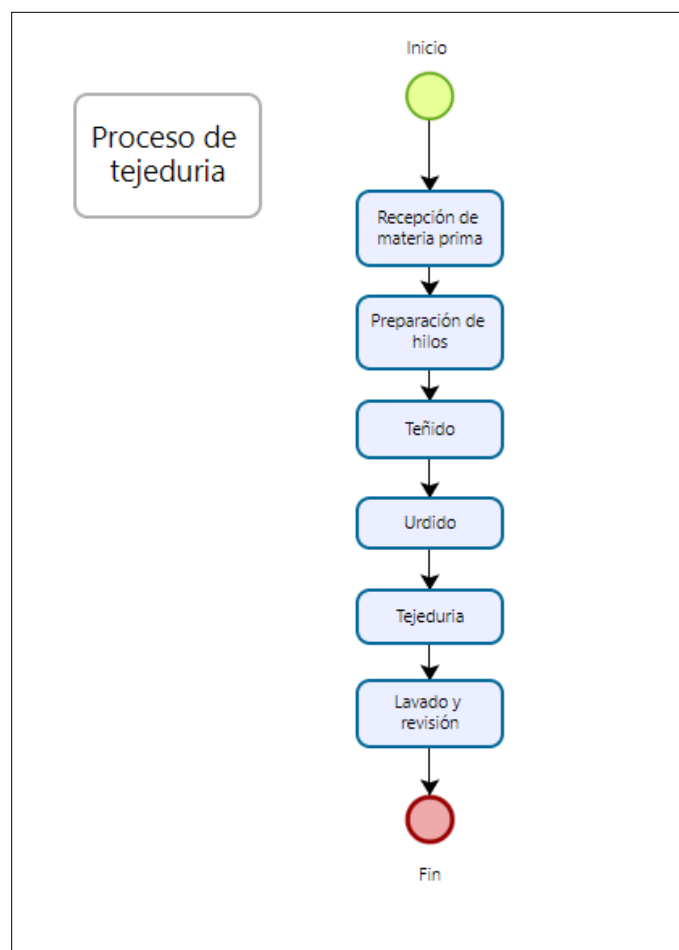
Son varios los pasos de procesamiento que se requieren para preparar los hilos de urdimbre antes del tejido. "Urdido" es el proceso de reunir el número correcto de hilos en plegadores o cabos seccionados. Los hilos entonces se ensamblan en la "máquina enconadora". Después de ensamblarlos, los hilos de urdimbre montados en el plegador completo del telar se remeten fuera del telar o atados en el telar.[15]

El tejido plano es el más antiguo, simple y el más usado de todos los tejidos. Cada hilo de urdimbre pasa por debajo de uno de trama y sobre el siguiente, de modo que el diseño repite un mínimo de dos urdimbres y dos pasadas. La tela resultante tiene el máximo número de entrelazados de hilo y es resistente, con buena cobertura. [16]

- Procesos referentes a la elaboración de los tejidos

Figura 2.

Proceso de Tejeduría



Nota. Diagrama de flujo referente a el proceso de tejeduría. Fuente de elaboración propia. Diagrama referente al proceso elaborado por la empresa DALTEX SAS, 2017

1. Recepción de materia prima
2. Preparación de los hilos

3. Tinturado: El proceso se compone por 3 operaciones; teñido, exprimido y secado. Este proceso puede ser al inicio o final de la producción del tejido plano ya que este tipo de tejidos presenta la ventaja de generar el tejido con hilos ya teñidos o con hilos en crudo.

4. Urdido: En el desarrollo de este proceso se enrollan los hilos ya teñidos en conos, actividad que también se conoce como enmadejar.

Luego se ubican los conos de hilos con las cantidades solicitadas para la fabricación del telar, estos hilos se ubican en rodillos paralelos para que de forma sincrónica todos los hilos se enrollen en un cilindro o plegador de gran diámetro posteriormente ser tejidos para la elaboración del tejido final.

5. Telares: El primer paso en el área de telares es el repase que se realiza de forma manual donde se enhebra los hilos por las agujas o peinetas. Se activa el telar el cual genera que suban y bajen los hilos por medio de las peinetas y posteriormente son ajustados al pasar entre ellos, finalmente son presionados por una peineta que finaliza la tela.

6. Lavado y Revisión: Luego de ser lavado el tejido, este pasa por un proceso de revisión que generalmente se hace forma manual por un operario que corrobora los estándares de la tela.

La creación de tejidos a partir de los hilos se lleva a cabo en los telares. Existen muchos tipos de telares para la producción de diferentes tejidos (visillos, tejidos de punto, tejidos de cáñamo...). Las telas transparentes se elaboran en los llamados telares planos, mientras que se tejen en telares circulares, de cetena o de cetena. Raschel y la máquina de tejer.

El proceso de tintura se puede realizar por el proceso de agotamiento (sistema continuo) o por el proceso de llenado (sistema continuo). La tintura por agotamiento se puede realizar en Jets, Over-flows, Air Jets, o Jiggers. Por otro lado, las líneas para la tintura a la continua constan de uno o varios foulards (donde se impregna y escurre el tejido con un baño de colorante) seguidas de otros elementos para la fijación del color, pudiendo ser estos vaporizadores, hot flues, termo soles o secadores infrarrojos dependiendo del proceso de tintura que se lleve a cabo.[17]

Las máquinas para hacer el desarrollo de los tejidos son las tejedoras tradicionales para producción a nivel industrial para el tejido plano y la overlock o remalladora para el tejido de punto.

3.8. Marco Legal

El proyecto de ley de la gestión integral de residuos sólidos señala las notas cuando se trata de residuos, el método de recolección de residuos y las precauciones a tomar cuando se dispone de este para materia prima [36].

Artículo 1 “Objeto” Establecer un sistema de gestión integral de residuos textiles preconsumo, posconsumo, postconsumidor y preconsumidor, con el fin de promover la economía circular, mitigar el cambio climático, disminuir la huella hídrica y aliviar la presión que soportan los rellenos sanitarios.

Artículo 5°. Jerarquía en la gestión de los residuos. En virtud del documento CONPES 3874 de 2016 “Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos”, y para efectos de la presente Ley, la gestión de los residuos textiles se debe priorizar así:

1. Prevención.
2. Reutilización.
3. Aprovechamiento.
4. Tratamiento.
5. Disposición final.

Artículo 7°. Las grandes empresas productoras y/o comercializadoras de textiles estarán obligadas a seguir las siguientes indicaciones:

1. Gestionar los residuos textiles por sí mismo o,
2. Encargar el tratamiento de los residuos textiles a una persona natural o jurídica, debidamente constituida y registrada, encargada de la gestión integral de los mismos.
3. Además de asegurarse que, el tratamiento de los residuos textiles se de en el orden jerárquico dispuesto en el Artículo 5° de esta Ley.
4. Desarrollar campañas informativas, educativas y de sensibilización sobre la importancia de la reutilización de residuos textiles y su adecuada gestión integral.
5. Aceptar la devolución de los residuos textiles por parte del usuario final, sin costo alguno.
6. Diseñar estrategias para lograr el eficiente tratamiento de residuos textiles.
7. Suministrar a los gestores de residuos textiles, para llevar a cabo la recolección de los residuos, la información necesaria para su adecuado tratamiento y gestión integral.
8. Informar de forma inmediata, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en caso de desaparición o pérdida de residuos.

Artículo 9°. Los gestores de residuos textiles estarán obligados a:

1. Cumplir con los estándares técnicos ambientales que establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, en materia de recolección y gestión integral de residuos textiles.

2. Garantizar un manejo ambientalmente adecuado de los residuos textiles, con el fin de prevenir y minimizar cualquier impacto sobre la salud y el ambiente.
3. Dar un manejo adecuado a los logros de los residuos textiles.

El artículo 16 “Clasificación de residuos textiles” merece consideración ya que describe el manejo adecuado de la segregación de residuos, que es una de las principales características de esta propuesta y aunque describe el proceso de clasificación de ropa posconsumo, se daría paso al mismo proceso para el desarrollo de clasificación de retazos provenientes de esta misma industria.

Artículo 19°. Aprovechamiento o transformación del residuo textil. Una operación donde los desechos textiles se transforman en productos útiles como bolsas, mantas, ropa de cama, etc.

Artículo 20°. Tratamiento al residuo textil. Mediante la incorporación de materiales a procesos productivos o la valorización mediante la generación de energía. Los desechos textiles no vendidos para ser reutilizados o transformados en otros artículos útiles deben cortarse en pedazos pequeños, agruparse en un separador de fibras y luego transferirse a una máquina cardadora para convertirlos en hilo.

También este proyecto de ley define palabras clave para detallar los tipos de residuos textiles que convergen de la industria textil ya sean preconsumo, posconsumo o resultantes dentro de las actividades de cada proceso que se puede elaborar dentro de esta industria.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de Estudio

Para el presente estudio se decidió realizar un estudio preliminar no empírico ya que se basaría únicamente en la recolección de información a través de revisión bibliográfica obtenida de artículos científicos, resúmenes, libros digitales y físicos para mayor conocimiento, esto con el fin de permitir justificar el problema descubierto y cumplir con los objetivos planteados durante la investigación.

6.2. Método de Investigación

Se dará paso a la investigación previa de la propuesta respecto a la pregunta de investigación la cual será la base para la construcción de un árbol del problema para identificar el contexto y la naturaleza de la problemática, con este método se pretende generar los objetivos y posteriormente establecer un cronograma donde se contemple una investigación de la industria textil en Bogotá, los desechos generados y métodos de recolección.

6.3. Método de Análisis

El análisis se utiliza para recopilar información relacionada con el tema de investigación, de modo que se puedan obtener conceptos y métodos de economía circular. El análisis también se utiliza para encontrar información importante utilizada en el marco teórico de la propuesta.

6.4. Propuesta

En esta última fase partimos de los resultados de los análisis realizados generando la estructura del modelo más viable para la reutilización de los desechos textiles, su clasificación y los procesos adecuados para el tratamiento de estos desechos y posteriormente de la elaboración de hilos para la producción de láminas para copas corseteras aplicando las 3R's generando un producto amigable con el ambiente.

6.5. Instrumento de Investigación

Para poder realizar la investigación de información se utilizaron bases de datos, artículos web, tesis, resúmenes e información relacionada con una empresa del sector textil de la cual surgió la idea planteada en la propuesta de este documento.

6.6. Proceso de Búsqueda

Para encontrar la información utilizada en la investigación del trabajo, se seleccionó realizar una búsqueda por medio de palabras clave que tengan relación con el tema tratado, las cuales fueron: “reciclaje textil, economía circular, reciclaje de fibras, fast fashion, proceso sostenible, procesos de hilatura”.

6.7. Opinión a un experto

El Ing. Milton Barreiro es un profesional en el área de producción textil donde tiene 20 años experiencia. El cual expreso su preocupación por la cantidad de residuos que se generaban anualmente en la empresa en la que laboraba en su momento, dentro de la charla con el ingeniero, surgieron ideas del como reutilizar los residuos del área de confección de aquella empresa, ideas como triturar el retal y usarlo para relleno de paredes, puertas o incluso ladrillos, pero, al cabo de la conversación surgió la pregunta: ¿Cómo lograr reintegrar estos residuos a la industria textil de manera efectiva?

7. CRONOGRAMA

En la siguiente ilustración, se muestra cómo se establece el cronograma para desarrollar la propuesta descrita, las actividades a realizar, relacionadas con los objetivos tanto generales como específicos.

Figura 3.

Cronograma

FASE	ACTIVIDADES	TIEMPO SEMANAS															
		AGO				SEP				OCT				NOV			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PREPARATORIA	Busqueda de informacion relacionada con la economia circular aplicada al sector textil	■	■														
	Busqueda y analisis de la produccion de copas para brasier y top		■	■													
TRABAJO DE CAMPO	Estudio de mercado de empresas textiles que abarquen procesos de tejeduria y/o confeccion				■	■	■										
	Recoleccion de informacion sobre el como desechan las empresas sus residuos textiles (fibras, restazos)					■	■	■									
ANALITICA	Clasificar las formas en la que las empresas desechan sus residuos textiles (fibras, retazos)								■	■							
	Clasificar los tipos de fibras desechados por las empresas textiles (fibras naturales y sinteticas)										■	■					
	Analizar los datos obtenidos												■	■			
INFORMATIVA	Desarrollo de la propuesta y perspectivas del planteamiento															■	■

Nota. En esta ilustración se establece el cronograma a seguir para el desarrollo del proyecto.

8. DESARROLLO DEL PROBLEMA

8.1. Análisis y Estudio de Mercado

A partir de este punto se va a identificar los posibles clientes para la venta del hilo de poliéster recubierto de algodón situados en Bogotá, principalmente se estudiarán las empresas que se dedican a la producción y venta de copas corsetera con el objetivo de entender el principal tipo de copa que se produce y se distribuyen.

8.2. Competencia

FORMACOP: Es una empresa colombiana con más de 12 años desarrollando, fabricando y comercializando copas prehormadas para la confección de vestidos de baño y ropa interior femenina. El tipo de copas que venden: Copa Entera, Media copa, Strapless, Triangular, Mono copa y Lipunta.

INDUSTRIAS FH: Tiene origen a partir del 3 de octubre de 1995, en la fabricación de las copas prehormadas, utilizan materiales duros como el Eva (Etil-Vinyl-Acetato), en calibres de 2.5 y 3 mm. Los materiales blandos y suaves son espumas de poliuretano en densidades 30, 40 y 60 kg /m³, y en calibres de 5,10, 15 y 20 mm. Para el bondeo o laminado de las copas, se utiliza 100% poliéster con peso de 110gr/m² y poli-algodón. Como colores básicos se manejan tonos Blanco, Negro, Piel y Marfil.

Tipos de copas que venden: Copa Entera, Media copa, Strapless, Triangular, Mono copa, Lipunta, copas dobles, pad espuma. (Material PVC, dosificados con gel y/o con aire, prehormadas con espuma de poliuretano, en tallas y estilos apropiados a la copa del brasier).

EL ADORNO MERCERÍA Y LA REAL: son empresas familiares con más 40 años en el mercado. Iniciaron en el año 1976 con la producción de hilos, botones, lanas, herrajes, cintas, cordones, millares, bisutería, flores, borlas, cuellos, latines, cremalleras, aplicaciones, elásticos, tijeras, sesgos, tientes, telares y otros productos específicos para la confección y manualidades.

8.3. Caracterización de residuos de empresas textiles

Se realiza análisis en procesos de tejeduría y confección dentro de la empresa Textiles Swantex que es una empresa dedicada a la confección de productos femeninos como ropa íntima, deportiva, prendas de control y medias de todo tipo de estilo. Son reconocidos sus procesos de tejeduría que son realizados a través de tejidos seamless que se componen de fibras sintéticas como elastano, poliamida y poliéster. Los tejidos seamless son tejidos producidos por medio de sistemas de tejidos de punto para obtener altas propiedades de elongación.

Dentro del proceso de tejeduría, con el área de Calidad en la empresa, se sigue el proceso para la identificación de retal que es generado por los tejidos defectuosos, fallos de maquinaria o fallos de manipulación a la hora de que los tejedores enconan los hilos en las máquinas, estos tejidos que se consideran retal son pesados, se obtuvo que para el 2021 se generaron 3500kg de retal en el año.

En los procesos de confección debido a que tienen dos áreas de producción, se encuentran una actividad que se realiza de dos métodos diferentes, estos dos métodos son el corte mediante moldes y el corte mediante líneas o diseños de signado que son realizadas en el área de tejeduría, estas dos actividades son las que generan mayor cantidad de residuos debido a que hacen el corte antes de iniciar el proceso de confección, el método de corte mediante moldes se realiza en el área de corte con máquinas como la cierra circular, cierra vertical y mesa de corte sin fin. El método de corte por signado se realiza por medio de máquinas fileteadoras adaptadas para solo corte, este proceso se destaca por ser corte de uno a uno, esto se realiza para cortes de diseños que no llegan a ser simétricos.

Ecocitex es una empresa chilena fundada en año 2020 dedicada al reciclaje de ropa posconsumo para convertirla en hilos totalmente reutilizables, su proceso de recolección esta enlazada con la caracterización, esto debido a que se apoyó con la comunidad para obtener su materia prima (residuos textiles posconsumo) ya que ubica centros de recolección para que la comunidad pueda clasificar su ropa en mal estado y así Ecocitex pueda darle un segundo uso evitando de esta forma aumentar los desechos que genera la industria textil [40].

Su caracterización empieza en sus centros de recolección para la comunidad, estos centros de recolección tienen unas simples especificaciones para que la comunidad pueda depositar su ropa en mal estado. De esta forma ellos logran caracterizar su materia prima por composición y características propias de la ropa como rigidez o elongación [40].

Con el modelo de recolección y caracterización por la empresa Ecocitex se logra recolectar 143 toneladas de ropa que no terminan en vertederos, este resultado desde la fecha de nacimiento de la empresa hasta la actualidad [38].

8.4. Proceso de Tejeduría

En este tipo de proceso se pueden presenciar generalmente uno o dos tipos de residuos en una empresa, también se pueden encontrar diferentes tipos de tejidos como el tejido plano que tiende a tejerse con fibras naturales y el tejido a punto que se realiza con diferentes fibras sintéticas, el tejido a punto se puede producir de diferentes forma como en rollos de telas los cuales son los más comunes de encontrar

y con los que más se suele trabajar, también están los tejidos tubulares con los cuales se hacen de forma individual para la conformación de una sola prenda, estos tejidos son más comunes en las medias ya que con este método de tejeduría, la prenda no tendrá costuras de unión en los laterales de las prendas.

Dentro de este proceso se presentan condiciones de presión de aire y humedad del ambiente por lo que los tratamientos o métodos que se presentan en este proceso de tejeduría suelen ser muy estrictos para un tratamiento adecuado de los hilos y las máquinas, esto se hace para que los tejidos no presenten imperfecciones.

Luego contextualizar que tipos de tejidos se encuentran dentro de este proceso, se describe los residuos que se pueden encontrar:

- Tejido plano procesado con fibras de hilos naturales que pasaron por procesos de teñido.
- Tejido plano procesado con fibras de hilos naturales sin teñido o en color base conocido como crudo.
- Tejido a punto procesado de un solo tipo de fibra de hilo sintético en color base.
- Tejido a punto procesado con diversos tipos de fibras de hilos sintéticos en color base, estos normalmente tienen claros los porcentajes de composición de cada tipo de fibra sintética.

8.5. Proceso de Confección

Al igual que en el proceso de tejeduría ya mencionado, se pueden encontrar los mismos tipos de tejidos dentro de este proceso con la diferencia que estos se presentan totalmente teñidos y reducidos en tamaños más pequeños, además de que al tener contacto con personas y diferentes residuos presentes en el área de corte, estos suelen estar contaminados.

8.6. Clasificación de residuos textiles

Generalmente los residuos textiles pueden variar en su tamaño, composición y grosor, además. Los hilos que los componen pueden estar mezclados o combinados por diversos procesos haciendo que su comportamiento cambien por los calibres, la cantidad de filamentos y cabos por los que son compuestos, el desarrollo de los hilos a través de los años se ha realizado para darle diferentes tipos de confort a las prendas, como lo puede ser una prenda de control o una prenda deportiva, pues los comportamientos de hilos son diferentes, mientras que los hilos de una prenda de control deben tener buena elongación del hilo, su característica principal es compresión ya que se usan para ajustar la silueta del cuerpo o ayuda a corregir posturas gracias a los soportes de que tiene, la ropa deportiva aunque también puede estar

compuesta por los mismos hilos, las características a los que los someten son distintas, lo que ayuda a que sea ropa con buena elongación pero sin generar compresión.

Visto esto se podría concluir que la clasificación en procesos de confección de estos residuos podría llegar a ser difícil de definir, sin embargo, los tejidos sintéticos que normalmente son los que están compuestos por diferentes tipos de hilos, mantienen unas condiciones de calidad las cuales obligan a que se especifique el tipo de hilo al que pertenece el área del recorte o retazo, esto se realiza para obtener los consumos reales de hilos o fibras de los cuales se obtienen los costos de los tejidos. Quizás se pueda generar la siguiente pregunta: ¿Las prendas teñidas afectan la clasificación? La respuesta sería “si” debido a que al estar teñidas las fibras del tejido, esto significaría que se deben hacer procesos adicionales para su reciclaje como los son lavados para eliminar todos los residuos provenientes de los procesos de teñido a los que se someten los tejidos, en el caso del retal que es el desperdicio de mayor tamaño y que es generado en los procesos de tejeduría, estos desperdicios generalmente son de color base o color crudo en su nombre técnico, dentro de este proceso la clasificación puede compartir varios factores similares a los del proceso de confección pues se puede lograr saber los compuestos totales de los hilos que se usaron para fabricar el tejido.

Estos serían los factores que más se destacan con la clasificación de los tejidos sintéticos, pero ¿Qué pasa con los tejidos a base de fibras naturales? El reciclaje de estos tejidos es mucho más sencillo debido a que en su mayoría de veces o diseños, se elige un solo tipo de fibra para fabricar los tejidos y elaborar prendas 100% compuestas por el mismo material.

Ahora, la clasificación de residuos se clasificaría de la siguiente manera:

1. Tipo de fibra
 - Fibra sintética o fibra natural
2. Tipo hilo sintético
 - Compuestos de los que se fabricaron los residuos
3. Color
 - Color en crudo o teñido
4. Calidad
 - Impurezas y suciedad

8.7. Clasificación de residuos en empresas textiles de Bogotá

- Leonisa reutiliza o vende todos los residuos de tela generados, por lo que nada se desperdicia. Envían restos de telas a empresas que separan los hilos de las telas para volver a tener materia prima y lo que finalmente queda como residuos lo envían a una empresa que convierte tejidos en briquetas para hornos de cemento los cuales tienen altos estándares de emisiones atmosféricas.[19]
- Textiles Swantex S.A se caracteriza Ambiental: protección al medio ambiente mediante técnicas de prevención de la contaminación; así como la mitigación y control de los impactos ambientales. Al generar los retazos la compañía se encarga de venderlos a una empresa que tiene como objetivo separar la tela y el plástico del poliéster esto con el objetivo de darle un nuevo uso al plástico extraído.
- Crystal S.A.S. es una empresa dedicada a la construcción y comercialización de marcas en Latinoamérica. Produce y comercializa Gef, Punto Blanco, Baby Fresh, Galax y Casino. Cuenta con una amplia distribución de productos en puntos de venta propios y franquicias. Tiene 8 plantas de manufactura en Colombia con un sistema vertical que abarca procesos de hilandería, tintorería, textiles, confección y calcetería.

Los residuos usados se venden y, a través de los reguladores, van al proceso de transformación y aprovechamiento. Los residuos convencionales generados en cada planta son canalizados a los servicios municipales de saneamiento, para su disposición final en rellenos sanitarios. Los residuos peligrosos son dispuestos por gestores autorizados para su tratamiento final y destrucción, algunos de los cuales irán a programas de posconsumo como pilas y acumuladores, mientras que otros serán quemados y finalmente dispuestos en un relleno sanitario seguro.[20]

- Permoda: Durante el 2021 Permoda participo del programa de logística verde de la empresa Coats, que incide en la economía circular en el proceso de producción de conos roscados de plástico a partir de sus residuos, además, los puntos entregados por cada cono son acumulados para nuestra cooperación, canjeados en el fin de año.

La producción de residuos textil está directamente relacionada con el proceso productivo de la empresa. Con un aumento del 30%; Para minimizar el impacto y asegurar una adecuada gestión de los residuos textiles, actualmente se gestionan estos residuos a través de personal autorizado, a quienes se esfuerzan por contribuir a fortalecer la economía local y el pequeño comercio en el uso de materiales para diversos fines. La siguiente tabla proporciona una indicación temprana de las principales aplicaciones potenciales de los desechos textiles que se están probando en la economía local.[21]

Figura 4.

Índice Permoda.

Usos de material recuperable(10%)		Usos de Retal (60%)		Usos de Orillo (10%)		Usos de retazo (20%)			
Relleno para balones	5%	Limpieza industrial	18%	Elaboración de prendas y accesorios artesanales	8,8%	Venta por detal en establecimiento comercial.	10%		
		Confección de carpeta para uso industrial	25%						
Relleno para camas de mascotas	2%	Confección de prendas pequeñas	6%			Uso para la confección de guantes textiles para cultivos	1,2%	Beneficio de obra social (Somos Colombianitos, programa semilleros de paz), esto incluye: material para utilería, materia prima para talleres, materia prima para la elaboración de prendas que son donadas en los diferentes eventos que se realizan.	3%
		Elaboración de guantes especiales para confort térmico	2%						
Relleno para bolsas de Boxeo	3%	Confección de accesorios para mascotas	2%	Uso para la confección de guantes textiles para cultivos	1,2%				
		Recuperación para elaboración de pabito.	5%						
		Confección de ropa para muñecas	2%						

Nota. En esta tabla se muestra el porcentaje del total de residuos de la empresa permoda y como distribuyen el retal recuperado. Tomado de: Hanoj Pérez Taraboulus, Michael Pérez Madura, Gustavo Cruz Chávez. 2021. Informe integrado de Gestión Sostenible. Permoda LTDA. https://permoda.com.co/wp-content/uploads/2022/05/informe-de-sostenibilidad_KP_2021-compressed.pdf

8.8. Economía circular aplicada al sector textil

¿Cómo aplicar la economía circular en la industria textil?

A continuación, se mencionará algunas prácticas que se pueden aplicar para llevar la cultura de la economía circular a la industria textil.

- Promover el desarrollo de nuevos sistemas.

- La industria textil puede contribuir al desarrollo de nuevos sistemas e infraestructuras que armonicen los sistemas de recolección para llevar al mercado el uso de materiales reciclados.
- Invierte en materiales y productos de calidad.
- Invertir en productos duraderos y de alta calidad es una buena estrategia para aplicar la economía circular. Para que la producción sea más sostenible, es necesario priorizar los materiales renovables y reciclables.
- Los productos reciclables y de mayor duración ofrecen oportunidades para su reutilización y reaprovechamiento.
- Presta atención a los incentivos del mercado
- Se deben elegir proveedores que trabajen con un enfoque en la sostenibilidad

Si el objetivo es contribuir a la economía circular, las negociaciones y adquisiciones de la industria deben alinearse para garantizar la sostenibilidad. Esto significa elegir los proveedores adecuados y establecer relaciones con aquellos que ayudan a que el proceso sea más sostenible.

Los métodos más sostenibles eliminan el vertido de residuos tanto al agua como al suelo, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente. De esta manera, se mejora la calidad de vida y podemos utilizar los recursos naturales de manera más eficiente. Además, la economía circular ayuda a las empresas a ahorrar más y a mejorar la gestión de la producción y las operaciones. [22]

La contribución de la economía circular y el desarrollo sostenible se basa en una visión integrada del sistema proporcionado, la implementación del pensamiento sistémico y la evaluación de todos los eslabones de la cadena productiva. Un ejemplo de esto se utiliza actualmente en la industria de la moda. En este caso, la industria textil incorpora la sostenibilidad en la producción y comercialización de sus productos al reducir su impacto en el agua y el suelo, al tiempo que ayuda a cerrar el ciclo de producción de envases de PET al utilizar estos materiales como materia prima para la producción de resinas de poliéster reciclado.[23]

Se ha generado al pasar de los años diferentes métodos o modelos para extender la vida útil de los productos elaborados en la industria textil; entre estas campañas para el uso de prendas de segunda mano, el uso de prendas que los consumidores opinan que ya son basura, por medio de procesos mecánicos de reciclaje trituran estas prendas para hacer rellenos de diferentes productos ya sean colchones, peluches, rellenos con funciones de aislamiento, etc., también por medio de procesos químicos, empresas han encontrado métodos para separar fibras sintéticas y así lograr reintegrarlas en diferentes procesos de la industria.

8.9. Procesos y/o métodos de reciclaje textil

8.9.1. *Procesos Químicos*

El reciclaje químico en principio puede aplicarse a la mayoría de las fibras textiles, sin embargo, el reciclaje de monómeros sólo se utiliza actualmente para las fibras sintéticas. La técnica de disolución es otra opción de reciclaje, la cual consiste en separar las fibras mediante el uso de un disolvente como alcoholes alifáticos, fenoles alquílicos o el ácido clorhídrico para ser posteriormente mezclados con el agente de extracción como el etanol y finalmente ser separados por procesos de precipitación y filtrado [52]. Si bien esta tecnología ha logrado obtener al menos 90% de los materiales reciclados y no se produce ninguna degradación o alteración grave al material durante el proceso de extracción. Los inconvenientes de la extracción con disolventes son los productos químicos implicados, las modestas temperaturas y presiones y el tiempo necesario [52].

Para reciclar algunas fibras sintéticas, el reciclaje químico por despolimerización es una vía viable. Las cadenas de polímeros se descomponen en monómeros, que se separan y purifican antes de reunirse en nuevos polímeros. Los aditivos se eliminan durante el proceso de purificación (a menudo destilación). El poliéster tereftalato de etileno (PET) y el nylon 6 se reciclan hoy en día químicamente a una limitada escala comercial [52].

8.9.2. *Procesos Mecánicos*

El reciclado mecánico consiste en la utilización de procesos físicos para reducir el tamaño de las fibras y facilitar el reciclaje, incluyen el hilado de fibras textiles, la reutilización de materiales y la producción de material no tejido [53]. También se utiliza para fundir las fibras sintéticas para producir gránulos que se utilizan para hilar nuevas fibras. El método de reciclaje mecánico más común para procesar cualquier tipo de fibra textil es la trituración o el corte. Antes de que los textiles puedan ser triturados en trozos más pequeños, es necesario retirar cualquier pieza de hardware, como cremalleras y botones, lo que a menudo requiere la intervención humana [49].

Uno de los límites del reciclaje mecánico es que las fibras en el proceso de trituración se acortan y, por lo tanto, la producción de nuevos hilos suele requerir la mezcla de la fibra reciclada con fibras vírgenes, con el fin de obtener la necesaria resistencia y calidad para la confección [45]. Este método de reciclaje mecánico está establecido a escala industrial para el reciclaje de residuos textiles de fibras de algodón [45]. El algodón adopta un proceso de reciclaje de ciclo semicerrado, en el que la fibra reciclada se

mezcla con la fibra de algodón virgen y se hila en un nuevo hilo. La lana adopta un proceso de ciclo cerrado sin necesidad de mezclar fibras vírgenes cuando el textil se recicla por primera vez [49].

8.10. Innovación del tratamiento de prendas textiles mediante la economía circular

Koopera es una organización española enfocada en la reutilización de prendas textiles, la base de esta organización es la aplicación de la economía circular donde les permite ver las prendas como un recurso generando economía y posibilidades de empleo para las personas más desfavorecidas, los objetivos que establece Koopera para el tratamiento de las prendas son la reutilización, reciclaje y lograr reintroducir todos estos desechos a la industria 2018.

Dentro del desarrollo para los objetivos del reciclaje y reutilización, se generan diversos procesos para lograr estos objetivos, como la reutilización de prendas que están en buen estado para reintegrarlas al mercado y de esta manera extender su vida útil, por otro lado, se busca generar a través de procesos químicos de reciclaje la extracción de materiales compuestas de diversas fibras para generar hilos a través de procesos de hilaturas.

Fibretex es una empresa Colombiana Antioqueña que pone en práctica el reciclaje textil a través de procesos mecánicos. Inician su proceso con la recolección de retazos a base de fibras de algodón, estas las seleccionan y se clasifican, pasan por el proceso de picado y reducción de tamaño por último estas fibras pasan por un proceso de deshilachado y con esto recuperan el material para producir rellenos de colchones, fieltros, pabilo e hilos.

Esto con el fin de reintegrar en el mercado las fibras textiles que ya no tienen valor haciendo así que estas recuperen valor a través de la economía circular con el fin de mitigar la contaminación de la industria textil en Colombia.

8.11. Características de la copa corsetera

A través del tiempo se ha identificado distintos métodos para la producción de las copas corseteras por dicho motivo a través de esta propuesta se plantea generar estas copas por medio de una materia prima amigable con el ambiente. En este caso se elaborarán con un hilo de poliéster recubierto con algodón, a partir de este punto se entra a investigar los diferentes productos que usan copas, el uso que se le da y evidentemente características específicas para retroalimentarse.

Las copas de brasier y top o entre otras palabras; la copa corsetera, es un elemento que se usa para la confección de brasieres, top, trajes de baño, ropa deportiva y alguna ropa control que requieren de este

accesorio. Es un insumo dedicado a la firmeza y confort de la ropa femenina y para esto se diseña o se confecciona en diferentes modelos que dependen del tipo de prenda.

En su mayoría la fabricación de láminas de bondeo para copas corseteras, se usan materiales duros como el Eva (Etil-Vinyl-Acetato), en calibres de 2.5 y 3mm. Los materiales blandos y suaves son espumas de poliuretano en densidades 30, 40 y 60 kg /m³, y en calibres de 5, 10, 15 y 20 mm. Para el bondeo o laminado de las copas, se utiliza 100% poliéster con peso de 110gr/m² y poli-algodón. [24]

8.12. Propiedades de las láminas de bondeo para las copas corseteras

El etileno-acetato de vinilo (EVA) es un copolímero de etileno y acetato de vinilo, es un termoplástico semicristalino en el que el contenido de acetato de vinilo puede variar del 5 al 40% en peso, el resto es etileno. EVA es un polímero elastomérico con apariencia de goma y un olor suave a vinagre debido a su contenido de acetato de vinilo. Cuanto mayor sea el contenido de acetato de vinilo, mayor será su elasticidad y resistencia al impacto, mejoró sus propiedades como película de sellado, mayor transparencia y otras propiedades. EVA tiene buena transparencia y brillo, así como resistencia al impacto a baja temperatura, resistencia al agrietamiento por tensión, resistencia al agua del adhesivo termofusible y buena resistencia a los rayos UV. [25]

La espuma de poliuretano flexible es un material poroso que se obtiene al reaccionar con diversos compuestos químicos, como polioles, polioles estándar, TDI y poliisocianurato orgánico, en presencia de aditivos y aminas, así como del uso de catalizadores, colorantes y tensioactivos; la relación entre ellos proporcionará espuma de alta calidad. Esta espuma está compuesta por millones de micro celdas que actúan como micro resortes para soportar el peso, además tiene celdas abiertas que permiten el paso del aire, dándole a la espuma sus propiedades permeables, firmes y elásticas, brindando un verdadero confort que ningún otro material puede ofrecer. [26]

No todas las espumas son iguales, por lo tanto, tienen diferentes aplicaciones según sus características, las cuales son:

- Densidad: Es la relación que existe entre el peso de la espuma y el volumen que ocupa.
- Soporte al peso / Dureza: Es la capacidad de la espuma para resistir la compresión o soportar cierto peso, es diferente de la densidad, la espuma muy densa puede no ser la espuma más dura.
- Resiliencia: Esta es la capacidad de la espuma para volver a su forma original después de ser comprimida. Las espumas de baja elasticidad son espumas viscoelásticas también conocidas como viscoelásticas porque son espumas de recuperación lenta que reducen la presión.

- Permeabilidad: Es la facilidad con que pasa el aire a través de las celdas de espuma.

Estos son los componentes que dan forma al diseño de la copa, sin embargo, no son materiales que van al contacto con la piel de las personas debido a que sus texturas no son la mejores para garantizar comodidad, por eso estos rellenos son recubiertos con materiales como poliéster y poli-algodón. Aunque en su mayoría de veces la composición de los hilos para cubrir estos materiales espumosos, se usan diferentes combinaciones de hilos recubiertos como lo son los hilos a base de nylon y poliéster.

- El poliéster es una de las fibras sintéticas más populares de la industria textil. Este material, formado a partir de la polimerización de estireno y otros muchos elementos químicos, da lugar a una fibra sintética ampliamente utilizada para fabricar camisas y pantalones, así como todo tipo de prendas deportivas. [27]
- El nylon es una poliamida, un polímero con función química amida y con propiedades físicas específicas, especialmente en términos de resistencia, flexibilidad y transparencia. Bajo la influencia de altas temperaturas provoca que se derrita, reduciendo significativamente su viscosidad. Su punto de fusión es de unos 263 °C y es soluble en fenol y ácido fórmico. [28]

8.13. Conversión de residuos a hilo

El hilo consta de fibras cortas (como fibras de algodón, poliéster o viscosa) que se retuercen para formar un hilo continuo. A diferencia de los hilos continuos de poliéster, los hilos de fibras cortas se producen mediante un proceso de hilado cuyo objetivo es controlar la longitud de la fibra para que se asemeje a la longitud natural de la fibra de algodón y también intenta controlar el grosor del hilo final para que pueda impartir suavidad, durabilidad a telas y prendas, absorción de humedad, afinidad de color y otras propiedades. [29]

8.13.1 Proceso de conversión - Hilatura de poliéster

Las mejores fibras de poliéster del mercado se fabrican con el método de fusión, el cual consta de los siguientes pasos:

- Preparar el fundido
 - La extrusión del fundido por los agujeros de la hilera
 - La extensión de los forros de polímero que van a ejercer de los agujeros
 - El arrollado de los filamentos ya solidificados en una bobina
- 1) Preparación del fundido

Primero se van a introducir en una parrilla de fusión o rejilla los pequeños trozos del polímero, por medio de un serpentín espiral de acero inoxidable el cual se va a calentar eléctricamente, ahora el polímero va a empezar a pasar por debajo de la parrilla.

2) Extrusión e hilatura

Todo el fundido pasa del depósito de fusión a unas bombas de engranajes dosificadoras para después pasar a un equipo de filtración la cual va a constar de numerosos tamices metálicos finos.

Después de esto el polímero va a pasar a la hilera, las hileras constan de varios discos de acero de 5 mm con agujeros con un tamaño y distribución que sean eficientes para dar la máxima regularidad y un enfriamiento uniforme para un mejor acabado.

El chorro de polímero se va a solidificar de inmediato apenas tenga contacto con la atmosfera, después de que se solidifiquen pasan a la zona de ensimaje para después ser pasados por un mecanismo de recogida.

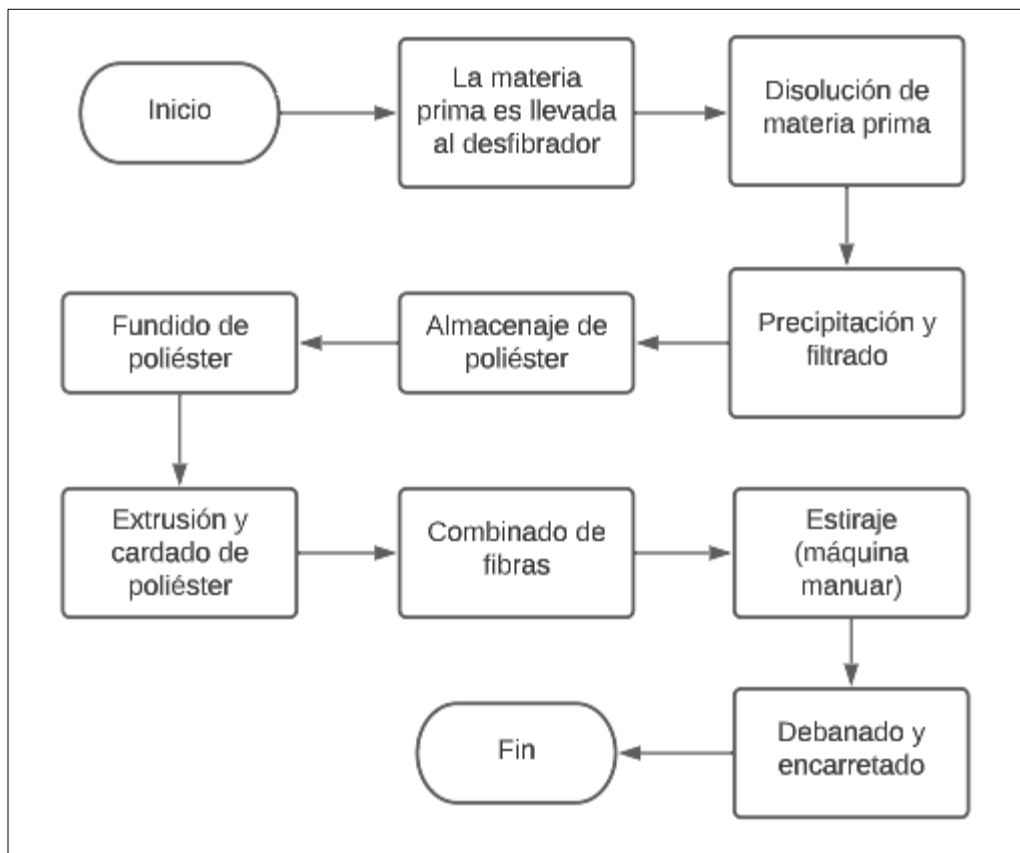
3) Estirado

Este consiste en hacer pasar los filamentos por rodillos que van a girar en diferentes velocidades, las velocidades van a determinar el estirado, el cual va a variar entre 3 y 6 para los diferentes tipos de fibras e hilos, cuando se trata de un hilo continuo la relación de estirado va a estar entre 3 y 5, pero todo va a depender siempre de las propiedades del hilo.

Este proceso de hilatura es descrito por Intorsa. [30]

Figura 5.

Proceso de hilatura del poliéster.



Nota. Diagrama referente al proceso de hilatura realizado por intorsa.

8.13.2 Proceso de conversión - Hilatura de algodón:

El proceso de conversión de fibras en hilo se llama hilatura y comprende varias etapas:

- Recolectar fibras.
- Limpiarlas y empaquetarlas en balas.
- Abrir las balas (y limpiar de nuevo).
- Homogeneizar y mezclar las hebras (si se desea fabricar hilo mixto).
- Cardar (separar las fibras con alambre y formar cintas de cardado).
- Mezclar las cintas de cardado (regularizar).
- Estirar y doblar las cintas (manual).
- Opcionalmente: transformar las cintas del manual en mechales (para el proceso de hilatura tradicional).

- Las técnicas modernas de hilatura pueden producir hilo con la cinta del manual
- Peinar (eliminar fibras cortas).
- Hilar (en las máquinas de hilar en continuo y bobinadoras).
- Opcionalmente: teñir o blanquear.

La producción de hilos de seda natural o hilos sintéticos no requiere un proceso tan complicado. En cualquier caso, en la producción industrial de hilos se pueden mecanizar todos los pasos anteriores, dando como resultado altos rendimientos.

- Limpieza

En esta fase se eliminan los materiales no deseados de las fibras crudas: restos de hojas, ramas, tierra, semillas, etc. Para homogeneizar el material, se mezclan fibras de varios lotes. También se pueden combinar fibras textiles con diferentes propiedades para aumentar la resistencia del hilo. Por ejemplo, las camisetas de algodón orgánico y de cáñamo utilizan esta última fibra como refuerzo de la primera.

La desmotadora, también llamada almarrá, es una máquina que separa las fibras de algodón de las semillas. Los ganchos de alambre tiran del algodón a través de la malla de alambre. Al mismo tiempo, el cepillo de succión del motor elimina las impurezas para evitar obstrucciones.

- Apertura y mezcla de balas

Ya en la fábrica textil, comienza el proceso de hilado. En las etapas preliminares de procesamiento y mezcla, el preprocesador toma pacas de algodón, separa las fibras y las agrega en varios lotes.

Las balas de algodón caen sobre un transportador horizontal que los transporta. El algodón unido a la aguja flota a lo largo de la cinta. A su vez, sobre el último rodillo del transportador hay un segundo, del ancho del transportador, con extremos nervados. Se abre una pequeña ranura entre estos rodillos giratorios.

Parte del algodón atraviesa por este estrecho paso; sin embargo, otra porción rebota en las costillas y es rechazada por ellas. Por lo tanto, se mezcla con fibras que se elevan. Tras deslizarse por otra cavidad, que ablanda un poco el algodón, las balas desnudas son arrojadas a otra cinta, que las conducirá a la abridora de balas.

La máquina abridora de balas consta de varios cilindros con palas. Tomando fracciones de algodón, estas palas aflojan las fibras; si aún quedan residuos en el algodón, estos se depositan en el fondo de la ranura que forman las palas, de donde se desprenden por gravedad, a su debido tiempo.

Con textura esponjosa, el algodón es ahora conducido a dos nuevos rodillos, pero esta vez huecos y con superficie de rejilla metálica. En el extremo del cilindro, un ventilador de succión absorbe aire por la rejilla y lo impulsa al exterior. Así la absorbente rejilla, ahueca y enmaraña la fibra de algodón.

Antes de llegar a la máquina de cardar, el algodón se procesa una vez más por rodillos que lo refinan aún más y lo limpian nuevamente. Por último, enrolla el algodón. Terminada esta etapa, la capa de algodón queda recogida en un grueso rollo de aprox. un metro de ancho. Y ahora sí: pone rumbo hacia la máquina de cardar.

- Cardado

El propósito del cardado es desenredar los manojos enmarañados del algodón. Es decir, se desmarañan las fibras y se agrupan en paralelo.

Cardar también sirve para eliminar rebabas y restos de impurezas, así como aquellas fibras textiles que, por ser muy cortas, no son aptas para fabricar hilo. El proceso de cardado se lleva a cabo en la carda, una máquina con un enorme cilindro de púas y varios rodillos. La máquina se alimenta con la capa de algodón resultante de la fase anterior. La máquina de cardar desenrolla el algodón y lo limpia una vez más; para ello, lo hace pasar a través de unas barras y un tambor de alambre con agujas en diente de sierra.

Desde aquí pasa al gran cilindro, que toma el algodón con sus miles de púas de alambre. Abrazan a la porción alta del cilindro piezas tractoras. Estas partes planas están también cubiertas por finas agujas de alambre. Girando en sentido contrario, producen fricción en el algodón: de esta manera peinan las fibras.

La capa resultante de algodón, ahora más refinada, delgada y con las fibras textiles alineadas, alcanza el cilindro doffer. El doffer es un rodillo frotador que retira las fibras del cilindro principal. A su vez una cuchilla vibradora, el peine, separa el algodón del doffer.

Finalmente, el algodón se condensa a través de un embudo que conforma un grueso cordón. Esta cuerda de algodón, de unos 2 cm de diámetro, se introduce en botes metálicos. Son los botes de carda; en ellos se deposita por su propio peso la cinta de carda.

- Estiraje

El estiraje es una fase esencial de la hilatura. En este proceso se usan como materia prima las cintas de carda depositadas en botes metálicos.

El propósito del estiraje es conseguir un filamento más largo y delgado. Y esto no se hace alargando las fibras, sino moviéndolas a lo largo. Es decir, deslizando unas contra otras. De esta manera se reduce la sección del algodón, pero sin adelgazar las fibras individuales. La máquina de estiraje es el manuar. El manuar industrial está formado por las guías de mechas y varios pares de rodillos que giran a distinta velocidad. Son estas parejas de rodillos las que estiran las cintas de carda. Las cintas son suministradas por los botes (el manuar típico trabaja con 6-8 botes) y canalizadas por unas guías o cucharas hacia los rodillos.

La presión que ejerce el primer par de rodillos giratorios atrapa las mechas, que son conducidas al siguiente juego de rodillos (de tamaño similar). Sin embargo, la nueva pareja gira más rápido y, en consecuencia, produce el estiramiento de la fibra. Se repite el proceso varias veces: cada nuevo par de cilindros gira más rápido que el anterior.

Las cintas resultantes del estiraje en el manuar son más uniformes y homogéneas tanto en diámetro como en peso. Por último, las mechas se aplica una ligera torsión a la mecha y se introducen en un nuevo bote a través de un embudo.

- Hilado

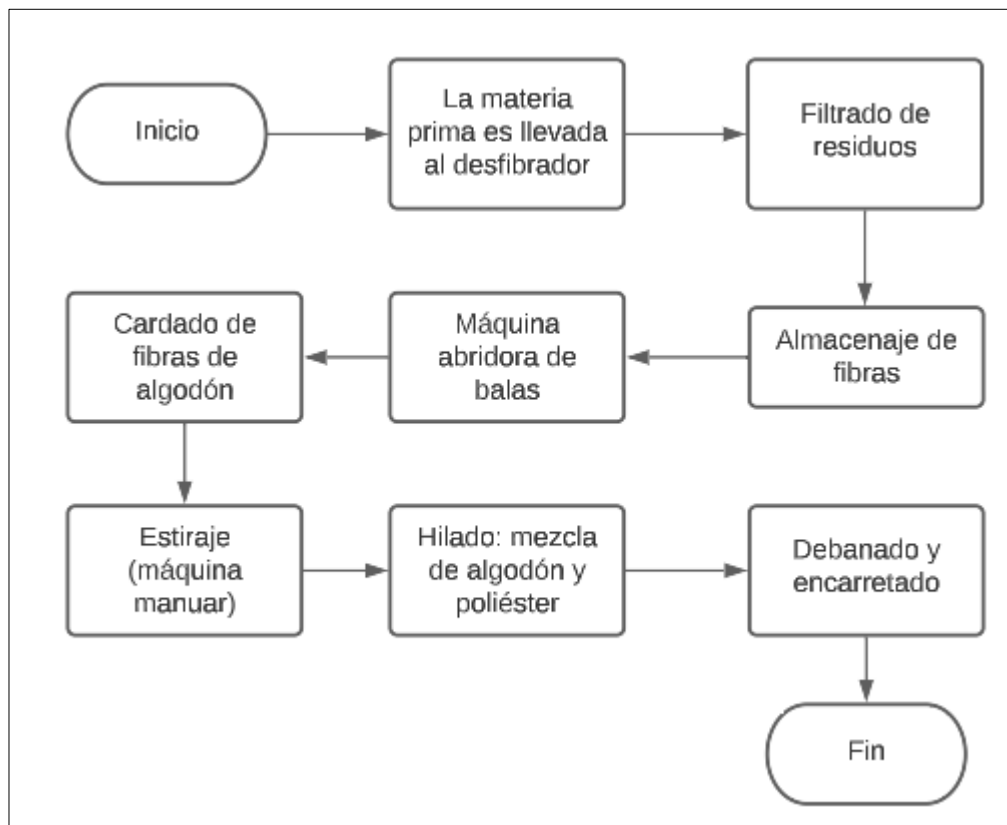
El hilado es la fase final de la hilatura. Esta etapa se desarrolla en las máquinas hiladoras: continuas de hilar y bobinadoras. Alimentan la máquina dos bobinas que suministran la mecha a pares de rodillos que la atrapan y conducen hasta el cilindro de hilar.

Hay tres tipos de hiladoras: hiladora de anillos, de rotor (con terminal abierto) e hiladora de chorro de aire. En la hiladora de anillos el hilo es conducido a una bobina giratoria rodeada por un aro. El anillo gira más despacio que la bobina y como resultado se produce la torsión del hilo. Además, el hilo pasa por una guía que oscila axialmente. De esta manera, la hiladora enrolla el hilo uniformemente en el carrete.

Este proceso de hilatura es descrito por [Materiales Ecológicos.es](http://MaterialesEcológicos.es) [31]

Figura 6.

Proceso de hilatura del algodón



Nota. Diagrama referente al proceso de hilatura realizado por Materiales Ecológicos.

8.14. Combinación de poliéster y algodón

El principal tejido de mezcla de algodón/poliéster es: tejido fabricado tanto con fibras de algodón natural como con poliéster sintético. Aunque ambas fibras tienen sus pros y sus contras, esta mezcla se usa a menudo en la ropa para brindar a los consumidores los beneficios de ambas fibras. Las mezclas de algodón/poliéster pueden ser versátiles porque tienen la capacidad de mantener la frescura y la ligereza de las fibras de algodón mientras tienen la fuerza, la durabilidad y la resistencia a las arrugas del poliéster. Encoge muy poco en comparación con la ropa o tejidos hechos de 100% algodón. [32]

Para ello, en primer lugar, se obtienen cintas separadas de cada material, es decir, bandas hechas de hilo 100% algodón y 100% poliéster (este último, los hilos deben tener la misma longitud que el algodón), luego donde estas fibras se introducen en una máquina llamada Manuar que las mezcla, las estira y las

combina en un solo filamento. Para diferentes mezclas, las fibras deben cargarse en las proporciones correctas, por ejemplo, si el marco tiene ocho entradas para mezclar ocho filamentos y desea hacer una mezcla de 65% poliéster y 35% algodón, entonces se requieren 5 filamentos de poliéster y 3 de algodón.

En el ejemplo se ha nombrado la mezcla de poli algodón 65/35 (65% poliéster 35% algodón), que es una de las más usadas en el ámbito textil, debido a que las propiedades que esta proporción da al género textil obtenido son muy buenas, aporta la absorción ideal, mejora la resistencia del tejido y la durabilidad el mismo.[33]

- Proceso

La máquina Manuar tienen como objetivo principal alinear y paralelizar la fibra semi orientada para ello, se combinan de seis a ocho tiras de estopa que se introducen en el proceso de estirado inicial, a veces denominado estirado por rotura, se utiliza una serie de pares de rodillos para reducir las múltiples tiras que se introducen hasta el peso aproximado de una tira. Estos pares de rodillos están formados por un rodillo superior cubierto de goma y un rodillo inferior de acero estriado. Se utiliza un muelle o una presión generada por el aire para sujetar firmemente la estopa. Esta diferencia de velocidad mecánica y la acción de deslizamiento impartida a las fibras sujetadas se denomina calado o trefilado. Al hacer esto, los extremos de las fibras que no están completamente rectas se enderezan por la acción de deslizamiento y tracción que se les imparte en la red de fibras. La fibra estirada sale del conjunto de rodillos de estirado, se condensa en forma de fibra, se condensa de nuevo en forma de corredera mediante un embudo y la fibra resultante se enrolla en un cono. Una vez más, esto es para el almacenamiento temporal y para el transporte al siguiente proceso dependiendo del sistema de hilatura que se emplee el producto final y otras consideraciones del proceso, la fibra de salida de la trefilación de ruptura puede ser trefilada una vez más proceso llamado “trefilado de acabado” o puede utilizarse directamente para el proceso de hilatura. [34]

9. PROPUESTA DE PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN DE HILOS

Se propone un modelo para el proceso de elaboración hilos para copas corseteras donde se considera usar dos tipos de materiales para la elaboración del tejido que forra y protege la espuma de poliuretano, estos materiales son el algodón y el poliéster esto con el fin de aprovechar las características y propiedades de cada uno.

¿Por qué usar ambas fibras? ¿Qué características se obtendrían?

El poli algodón es suave, transpirable y ligero gracias a su mezcla de fibras. La combinación de poliéster y algodón crea un tejido resistente, duradero y económico. Las mezclas de algodón/poliéster tienen un riesgo mucho menor de encogimiento y endurecimiento. Muchas mezclas modernas de algodón son más suaves que sus predecesoras. Tales telas conservan su forma y color por más tiempo además de no encogerse.

- **Recolección de materia prima**

Definir los puntos estratégicos para la recolección directa de los retazos en las empresas dedicadas a procesos de tejeduría, para esto se usarán camiones recolectores. Se recolectarán retal compuesto por algodón y tejidos sintéticos donde su mayor porcentaje de composición sea por poliéster.

Para definir los puntos estratégicos, se plantea realizar la ruta destinataria para la recolección de la materia prima a las diferentes empresas con las que se logre crear un convenio.

Estos camiones tendrán como vagón de recolección unas cabinas donde depositarán la materia prima de tal forma que ayudara a la clasificación de las fibras.

- **Clasificación**

Llegado el retal a la planta, se realizará el debido proceso de clasificación e inspección donde se tendrán en cuenta factores como composiciones para tejidos sintéticos y suciedad de estas mismas, el tamaño y el tipo de tejido no son factores que resalten dentro de la clasificación. Se tendrá en cuenta el proceso del artículo 16º del proyecto de ley mencionado en el marco teórico “Clasificación del residuo textil”.

- **Reciclaje y conversión del hilo**

Luego de la clasificación el retal pasara a sus respectivos procesos de reciclaje y preparación de hilo por medio de procesos químicos y mecánicos, químicos por medio del método de disolución para tejidos a base de fibras sintéticas y el método mecánico para tejidos a base de algodón, estos procesos se llevarán a cabo de la siguiente manera:

- Proceso mecánico:

1. Método de desfibrado:

Consiste en la trituración del retal por medio de molinos de cuchillas que tornan los tejidos a pequeñas fibras, es un método sencillo que puede retornar del 90% al 100% del material.

2. Proceso de conversión:

Se realiza el debido colado de residuos donde se separan las fibras de algodón con los residuos externos a las fibras, seguido a esto se llevan las fibras a su respectivo almacenaje para posteriormente ser llevados a la maquina abridora de balas para retirar las impurezas en el algodón como fibras cortas que no son necesarias para el proceso donde el algodón adquiere una textura bastante esponjosa para luego ser enmarañado gracias a un ventilador. A partir de aquí toda fibra sirve para la producción de hilo.

Se lleva la fibra enmarañada a la máquina de cardar donde desenrolla el algodón y lo limpia una vez más. Aquí pasa a un gran cilindro, que toma el algodón con sus miles de púas de alambre que abrazan a la porción alta del cilindro. La capa resultante de algodón se vuelve más refinada, delgada y con las fibras textiles alineadas.

- Proceso químico:

Antes de iniciar con el proceso químico, el retal seleccionado debe recibir el método de desfibrado para minimizar el tamaño del retal y lograr ser más sencillo para su respectivo proceso de reciclaje por el método químico.

1. Método de disolución para reciclaje:

El cual consiste en separar las fibras mediante el uso de un disolvente como el ácido clorhídrico para ser posteriormente mezclados con el agente de extracción como el etanol y finalmente poder ser separados por procesos de precipitación y filtrado. De esta manera se logrará recuperar al menos el 90% de los compuestos por las fibras sintéticas que para el caso de la propuesta deben ser de poliéster, este método no produce ninguna degradación o alteración grave al material durante el proceso de extracción.

2. Proceso de conversión:

La materia prima es llevada al cuarto de disolución donde a través de un proceso químico mencionado con antelación se logra la disolución de los fragmentos de poliéster, seguido a esto se hace el respectivo precipitado y filtrado de las sustancias químicas y los fragmentos de poliéster.

El poliéster obtenido en el proceso anterior es llevado al cuarto de almacenaje para posteriormente ser fundido y ser depositado en las máquinas de extrusión y cardado. Todo el fundido pasa del depósito de

fusión a unas bombas de engranajes dosificadoras para después pasar a un equipo de filtración la cual va a constar de numerosas aberturas en fino disco metálicos.

Luego, el polímero ingresa al molde, que consta de varios discos de acero de 5 mm de diámetro con orificios dimensionados y colocados para una máxima homogeneidad y uniformidad de enfriamiento para obtener el mejor producto terminado.

La corriente de polímero en contacto con la atmósfera se solidifica inmediatamente, luego de la solidificación ingresa a la zona de obtención y luego pasa a través del ensamblaje.

- Mezcla de hilos o recubierto

A partir de aquí es donde se realiza la mezcla del poliéster y el algodón, para ello, en primer lugar, se obtienen cintas separadas de cada material, es decir, bandas hechas de hilo 100% algodón y 100% poliéster; el poliéster debe tener la misma longitud que el algodón. Estas fibras son llevadas a la maquina manual la cual estira y combina las fibras en un solo filamento.

La manual está compuesta entre 6 a 8 posiciones para embalar los hilos, estos hilos son montados a la máquina. La presión que ejerce el primer par de rodillos giratorios atrapa las fibras, que son conducidas al siguiente juego de rodillos (de tamaño similar). Sin embargo, el nuevo par gira más rápido y, por lo tanto, alarga la fibra. Este proceso se repite muchas veces: cada nuevo par de cilindros gira más rápido que el par anterior.

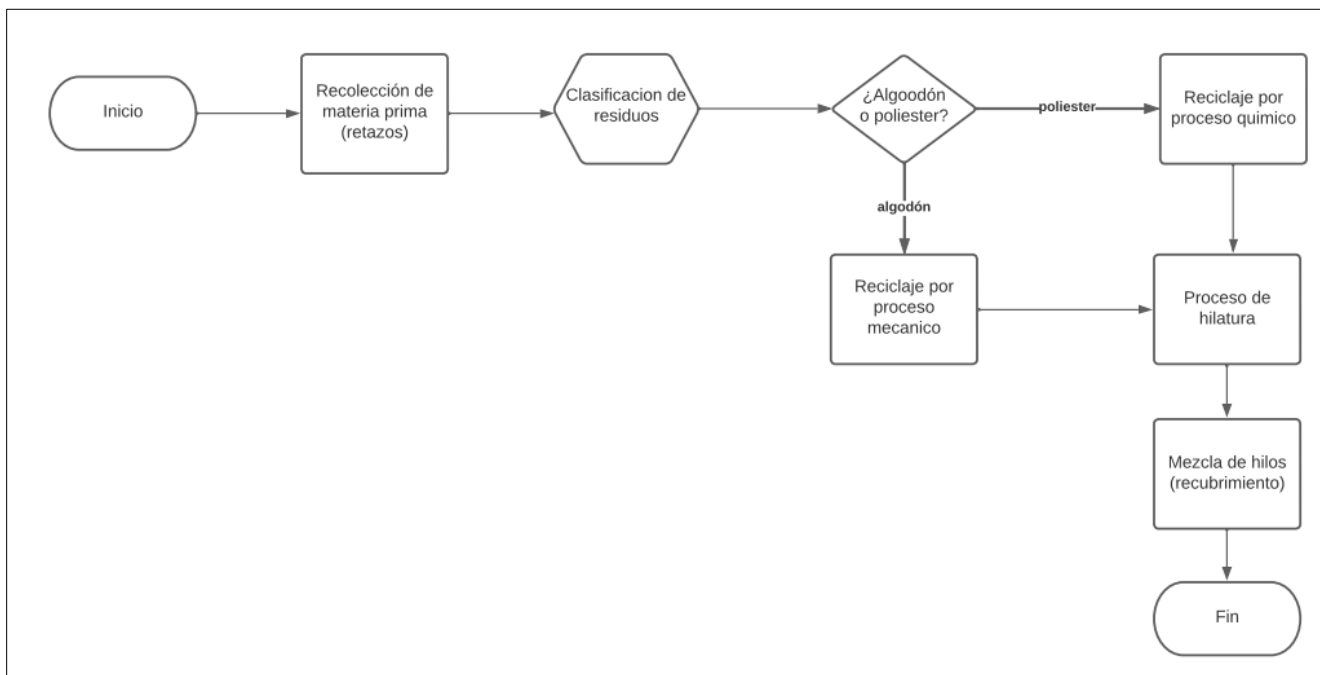
Las cintas resultantes del estiraje en el manual son más uniformes y homogéneas tanto en diámetro como en peso. Finalmente, las hebras se retuercen ligeramente y se pasan por el embudo a un recipiente nuevo.

- Proceso de hilado

En la hiladora de anillos, el hilo alimenta a un carrete giratorio rodeado por un bucle de hilo. La rotación del hilo es más lenta que el del carrete, lo que hace que el hilo obtenga una torsión. Además, el hilo pasa a través de una guía oscilante en dirección axial. De esta forma, la hiladora rueda uniformemente sobre el carrete.

Figura 7.

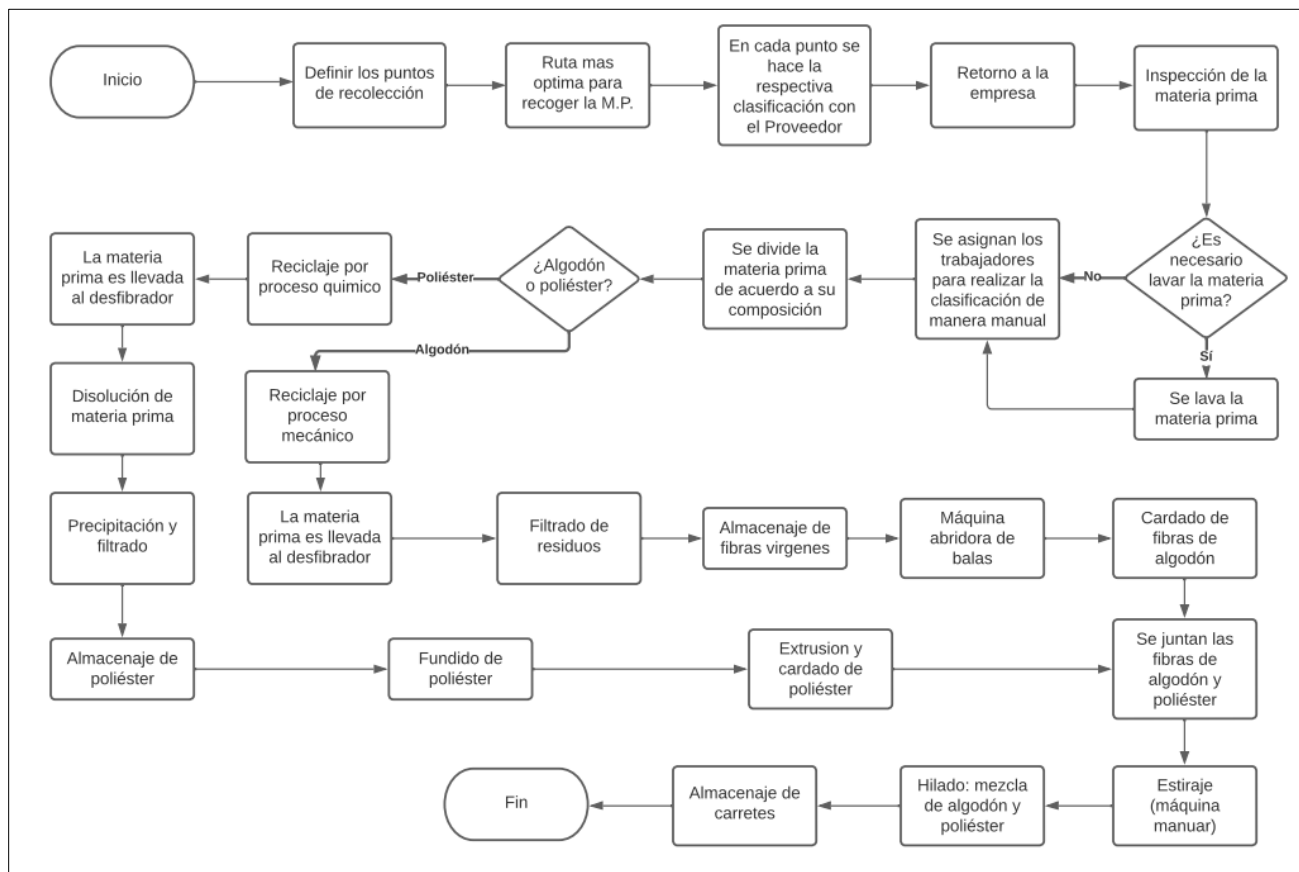
Diagrama general de propuesta modelo.



Nota. Diagrama de proceso general con el respectivo patrón o algoritmo con el que funcionaria el modelo propuesto.

Figura 8.

Diagrama específico del proceso de modelo.



Nota. Diagrama de proceso específico con el respectivo patrón o algoritmo con el que funcionaria el modelo propuesto.

10. CONCLUSIONES

La caracterización de residuos realizada en el proceso de tejeduría y confección da como resultado que el mayor número de residuos se encuentra en el proceso de confección debido a que si se comparan ambos procesos en lo que son sus desperdicios, los desperdicios de procesos de tejeduría llegan a ser provocados por malas terminaciones, baja calidad o fallos de maquinaria. El proceso de confección tiene como resultado ser el mayor proveedor de residuos, la diferencia entre residuos de procesos llega a verse si el tejido este teñido o no, ya que el proceso de teñido se puede aplicar directamente a los hilos antes de ser tejidos o también teñir luego de elaborar el tejido.

Se describen los tipos de tejidos convertidos en residuos, su tamaño, color y condición en las que se pueden encontrar. La variabilidad del tejido dependiendo de la prenda en la que será transformada. De esta forma se establecieron características para la clasificación de residuos textiles, esto con el fin de determinar el tipo de residuos que pueden ser aprovechables para el proceso de elaboración de un hilo de poliéster recubierto con algodón.

Se pueden encontrar diversos modelos de empresas textiles en la ciudad Bogotá, sin embargo, se enfocó en las empresas que, con procesos de tejeduría y confección, se encontraron dos métodos de reciclaje para los residuos textiles los cuales dan como resultado métodos de reutilización de prendas y reintegración de residuos textiles a la industria. Las empresas grandes de confección con alta tecnología desarrollan sus propias investigaciones para reducir el impacto ambiental y obtener un valor agregado a su nombre o productos. Hay empresas con poca tecnología para generar desarrollos sostenibles, estas empresas están obligadas a mitigar la contaminación generada por ellas según rige en el proyecto ley de gestión integral de residuos textiles mencionado en su Artículo 9° y Artículo 19°.

Las empresas se han concientizado en el manejo de los residuos sólidos que son generados por ellas mismas, lo que las ha puesto en realizar la tarea de buscar la forma de reducir el impacto generado durante todos sus procesos ya sea desarrollar procesos internos de aprovechamiento o vendiendo sus residuos a otras empresas certificadas para aprovechar al máximo los recursos con los que están compuestos los tejidos.

Se conoce que el nivel de contaminación de industria textil es de las más altas del mundo por los procesos con químicos y el consumo excesivo que el mercado demanda y aunque hay factores que podrían intervenir en diferentes procesos que abarca toda la industria, para este caso, estos factores solo se enfocan para dos procesos los cuales son los de tejeduría y confección, exactamente en los finales de

proceso respectivos, el factor que más intervine son las 3R's (Reducir, Reciclar y Reutilizar), esto debido al manejo que se quiere dar para reintegrar estas fibras ya utilizadas en tejidos pero no aprovechadas para el consumo de la moda. Estas fibras pueden ser recicladas por medio de procesos mecánicos que sería el método más sencillo, el proceso de reciclaje químico es un proceso más complejo y que a hoy no es tan manejado por esto mismo, a futuro podría lograr ser un proceso totalmente industrializable a gran escala.

El modelo del proceso se plantea de la siguiente manera: La extracción y clasificación de residuos de empresas textiles, posteriormente el reciclaje de fibras por métodos mecánicos y químicos para finalmente llegar a la elaboración de hilos combinando las dos fibras. Este proceso es la transformación de los residuos textiles que fueron generados en procesos de tejeduría, los residuos generados por procesos de confección, aunque pueden ser reciclados por estos mismos métodos, conllevan a un consumo elevado para reintegrarlos al proceso, esto debido a que los residuos generados están teñidos provocando un mayor consumo de químicos y agua para decolorar estos residuos.

En este modelo intervienen los factores de la economía circular ya que se integra a la misma industria lo que antes fue un residuo y aunque existen varios métodos para reciclar este material, normalmente no es integrado a la misma industria textil de la moda, este proceso planteado puede servir no solamente para el hilo de poliéster recubierto con algodón, también puede servir la elaboración de cualquier tipo de tejido con el cual se producen diferentes prendas.

Los residuos que se pueden obtener dentro del proceso de reciclaje y conversión del algodón a hilo pueden lograr ser vendidos como relleno de colchones, almohadas, peluches, etc.

Se debe considerar que el modelo es realizado con el fin de reducir los niveles de contaminación de la industria textil y que la práctica de este modelo, puede funcionar para la elaboración de tejidos planos, tejidos a punto, tejidos elaborados con fibras naturales, fibras sintéticas o incluso la combinación de varias fibras. Es un proceso que se puede adaptar fácilmente a la necesidad de las empresas tejedoras o empresas tejedoras y de confección.

Durante esta tesis se han surgido la posibilidad de poder aplicar a futuro procesos para la separación de los residuos textiles provocando que este sistema de reciclaje de residuos textiles sea más viable, facilitando la aplicación de varias empresas textiles para mitigar la contaminación generado un valor agregado. Este sistema abre las puertas a implementar el modelo y la metodología propuesta en diferentes sectores que hagan uso de hilos independientemente de sus propiedades para generar una gran variedad de productos, con el objetivo de reducir procesos en los cuales solo tienen acceso la

industrias textiles y ampliando la posibilidad de dar uso a estas fibras a voluntad de las industrias que decidan aplicar este sistema.

Se genero la pregunta ¿Se puede generar hilos jaspeados con residuos de fibras de poliéster sin teñido y residuos de fibras de algodón teñidos? Esto con el fin de tener un mayor aprovechamiento de los residuos generados por esta industria.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Villemain, “El costo ambiental de estar a la moda”, Noticias ONU, 12-abr-2019. [En línea]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>. [Consultado: 21-nov-2022].
- [2] Carlos Eduardo Caicedo Manrique. Realidad del sector textil colombiano. tesis de grado: pregrado en administración de negocios internacionales. Universidad del Rosario, Colombia. 2021.
- [3] “Industria de la moda”, Invierta en Colombia. [En línea]. Disponible en: <https://investincolombia.com.co/es/sectores/manufacturas/industria-de-la-moda>. [Consultado: 21-nov-2022].
- [4] “La industria textil y la problemática ambiental”, Generación Vitnik. [En línea]. Disponible en: <http://www.generacionvitnik.com/2018/08/06/la-industria-textil-y-la-problematICA-ambiental/>. [Consultado: 29-may-2022].
- [5] “Tipos de bras: ¿Qué beneficios buscas en tu brasier?”, Leonisa.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.leonisa.com/col/complices/tipos-de-brasier/>. [Consultado: 17-jun-2022].
- [6] V. K. Castro Pérez, “Manejo de Residuos Sólidos del Sector Textil en Colombia Basado en el Modelo de Economía Circular”, Core.ac.uk. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/286064629.pdf>. [Consultado: 05-jun-2022].
- [7] “La industria textil es una de las más contaminantes del mundo: ¿cuáles son los tejidos más respetuosos?”, Futuro a Fondo, 13-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.futuroafondo.com/es/noticia/industria-textil-es-una-de-mas-contaminantes-del-mundo-cuales-son-tejidos-mas-respetuosos/>. [Consultado: 04-abril-2022].
- [8] Pacheco, J. (2019) ¿Para qué sirve el Árbol de Problemas?, Web y Empresas. Disponible en: <https://www.webyempresas.com/arbol-de-problemas/> [Consultado: 22-abr-2022].
- [9] FAO.org (2016) Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC191813/> [Consultado:22-abr-2022].
- [10] “Economía circular: definición, importancia y beneficios”, Europa.eu, 12-feb-2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>. [Consultado: 7-mar-2022].

- [11] Comunicaciones (2021) Colombia explicó en la COP26 su modelo de economía circular, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/cop26/colombia-explico-en-la-cop26-su-modelo-de-economia-circular/> (Consultado: el 7-mar-2022).
- [12] 5 empresas de reciclaje de ropa. 2021. SlowFashionNext. Disponible en: <https://www.slowfashionnext.com/blog/5-empresas-de-reciclaje-de-ropa/> [Consultado: 7-mar-2022].
- [13] [ashionnetwork.com](https://pe.fashionnetwork.com/news/Colombia-aumenta-la-demanda-de-la-moda-y-su-desperdicio,755523.html). [En línea]. Disponible en: <https://pe.fashionnetwork.com/news/Colombia-aumenta-la-demanda-de-la-moda-y-su-desperdicio,755523.html>. [Consultado: 05-jun-2022].
- [14] “Fundamentos del tejido de punto”, CottonWorksTM, 15-dic-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-de-punto/fundamentos-tejido-de-punto/>. [Consultado: 13-nov-2022].
- [15] “Fundamentos del tejido plano”, CottonWorksTM, 17-dic-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-plano/fundamentos-tejido-plano/>. [Consultado: 13-nov-2022].
- [16] “Tipos de tejido plano”, CottonWorksTM, 17-dic-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/tejido-plano/tipos/>. [Consultado: 13-nov-2022].
- [17] “Procesos y maquinaria en la industria textil”, Textil | Ferrer-Dalmau, 06-may-2020. [En línea]. Disponible en: <https://fdtextil.es/procesos-y-maquinaria-en-la-industria-textil/>. [Consultado: 13-nov-2022].
- [18] R. M. C. la G. A. de Bogotá para disminuir residuos textiles, “Red Moda Circular: la gran apuesta de Bogotá para disminuir residuos textiles”, Bogota.gov.co, 27-jun-2022. [En línea]. Disponible en: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/red-moda-circular-como-disminuir-los-residuos-textiles-en-bogota>. [Consultado: 21-feb-2023].
- [19] “Leonisa socialmente incluyente”, Leonisa.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.leonisa.com/col/compromiso-social/>. [Consultado: 09-nov-2022].
- [20] “Compromiso ambiental (Detalle) - Crystal S.A.S”, Com.co. [En línea]. Disponible en: <https://www.crystal.com.co/medioAmbiente/Prod>. [Consultado: 09-nov-2022].

- [21] Com.co. [En línea]. Disponible en: https://permoda.com.co/wp-content/uploads/2022/05/informe-de-sostenibilidad_KP_2021-compressed.pdf. [Consultado: 09-nov-2022].
- [22] D. Equipamentos, “Economía Circular en la industria textil: ¿Qué necesitas saber para pensar en los próximos pasos?”, Delta Máquinas Textiles, 21-ago-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.deltamaquinastexteis.com.br/es/economia-circular-en-la-industria-textil-que-necesitas-saber-para-pensar-en-los-proximos-pasos/>. [Consultado: 11-nov-2022].
- [23] Daniela Quintero Castro. Aportes a la economía circular de la industria de la moda en Colombia, a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo. tesis de grado: pregrado en ingeniería ambiental. Universidad de los Andes, Colombia. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. 2022. 9 p.
- [24] Pad espuma (2022) Industrias fh. Disponible en: <https://www.fh.com.co/pad-espuma> (Consultado: el 8 de octubre de 2022).
- [25] Polímeros, T. E. (2017) El Etilen Vinil Acetato, Todoenpolimeros.com. Disponible en: <https://todoenpolimeros.com/2017/04/21/el-etilen-vinil-acetato/> (Consultado: el 8 de octubre de 2022).
- [26] Dragonizado (sin fecha) ¿Cómo se hace la espuma de poliuretano de los colchones?, Romancerelax.com. Disponible en: <https://www.romancerelax.com/blog/como-se-hace-la-espuma-de-poliuretano-de-los-colchones-b2.html> (Consultado: el 8 de octubre de 2022).
- [27] (S/f). Serveiestacio.com. Recuperado el 9 de octubre de 2022, de <https://serveiestacio.com/blog/poliester-que-es/>
- [28] Álvarez, D. O. (sin fecha) Nylon, Concepto. Disponible en: <https://concepto.de/nylon/> (Consultado: el 9 de octubre de 2022).
- [29] “¿Qué hace distinto a un hilo de fibra corta poliéster?”, Hiladosdealtacalidad.com, 12-sep-2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.hiladosdealtacalidad.com/hilo-de-fibra-corta-poliester>. [Consultado: 13-nov-2022].
- [30] “Como se fabrica el poliéster?”, www.sollutia.com, 28-ago-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.intorsa.es/es/noticias/5/como-se-fabrica-el-poliester.html>. [Consultado: 26-nov-2022].

- [31] M. Ecologicos, “Hilo de poliéster reciclado (RPET)”, [MaterialesEcologicos.es](https://materialesecologicos.es), 05-mar-2021. [En línea]. Disponible en: <https://materialesecologicos.es/hilo-reciclado-de-poliester/>. [Consultado: 26-nov-2022].
- [32] Printful.com. [En línea]. Disponible en: [https://www.printful.com/es/blog/guia-algodon-poliester-telas-mixtas#:~:text=Algod%C3%B3n%20poli%C3%A9ster%20combinado%20\(65%2F,prenda%20que%20sea%20100%25%20algod%C3%B3n.](https://www.printful.com/es/blog/guia-algodon-poliester-telas-mixtas#:~:text=Algod%C3%B3n%20poli%C3%A9ster%20combinado%20(65%2F,prenda%20que%20sea%20100%25%20algod%C3%B3n.) [Consultado: 13-nov-2022].
- [33] Taya Ibadango Cynthia Pamela. Análisis de transpirabilidad en telas de tejido a punto con diferentes mezclas, y ligamentos, destinadas a la confección de prendas deportivas. tesis de grado: pregrado en ingeniería textil. Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. 2019. 34 p.
- [34] "Procesos de Hilatura - Manuar" Willy Calsina. 3 de Jul de 2020. [video en línea]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=d6ZXeIZz2j4&t=45s>
- [35] M. Olvera Molina, “Aboites Aguilar, L. (2009), La decadencia del agua de la nación. Estudio sobre la desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX”, *Invest. Geogr.*, núm. 72, pp. 145–148, 2010.
- [36] D. Historia y E. Consumo, “Estudios Generales”, [Uc3m.es](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15640/RHE-2003-XXI-E-Torras-Yun.pdf). [En línea]. Disponible en: <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15640/RHE-2003-XXI-E-Torras-Yun.pdf>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [37] “Gestión Integral Residuos Textiles”, [Gov.co](https://www.camara.gov.co/gestion-integral-residuos-textiles-0). [En línea]. Disponible en: <https://www.camara.gov.co/gestion-integral-residuos-textiles-0>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [38] Ecocitex, “Ecocitex, hilados de textil reciclado”, [Ecocitex](https://www.ecocitex.cl). [En línea]. Disponible en: <https://www.ecocitex.cl>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [39] “Beneficios de reciclar”, [Ecoembes.com](https://www.ecoembes.com/es/reduce-reutiliza-y-recicla/beneficios-de-reciclar). [En línea]. Disponible en: <https://www.ecoembes.com/es/reduce-reutiliza-y-recicla/beneficios-de-reciclar>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [40] P. Jorgerincgarca, “Chile, de marcar el récord en consumo de ropa a impulsar el reciclado textil”, *EFE Noticias*, 06-nov-2022. [En línea]. Disponible en: <https://efe.com/mundo/chile-de-marcar-el-record-en-consumo-de-ropa-a-impulsar-el-reciclado-textil/>. [Consultado: 28-abr-2023].

- [41] “Economía circular: definición, importancia y beneficios”, Europa.eu, 12-feb-2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [42] Rclis.org. [En línea]. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/32674/1/3.%20Deisy%20Yaneth%20Bonilla%20García.pdf>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [43] P. P. S. García, “Diseño de una propuesta didáctica para trabajar educación medioambiental a través de la regla de las 3R”, Uva.es. [En línea]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/57851/TFG-O-2207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [44] “Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente”, Tienex.co. [En línea]. Disponible en: <https://tienex.co/media/b096d37fcdee87a1f193271978cc2965.pdf>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [45] Y. Hu, C. Du, S.-Y. Leu, H. Jing, X. Li, y C. S. K. Lin, “Valorisation of textile waste by fungal solid state fermentation: An example of circular waste-based biorefinery”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 129, pp. 27–35, 2018.
- [46] “Colombia explicó en la COP26 su modelo de economía circular”, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 06-nov-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/cop26/colombia-explico-en-la-cop26-su-modelo-de-economia-circular/>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [47] V. K. Castro Pérez, “Manejo de residuos sólidos de sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular”, Core.ac.uk. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/286064629.pdf>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [48] L. Rivera, “La regla de las 3R en la empresa”, Limpiezas Rivera, 17-may-2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.limpiezasrivera.com/2019/5/17/regla-3r-empresa>. [Consultado: 28-abr-2023].
- [49] “Home”, Mistra Future Fashion. [En línea]. Disponible en: <http://www.mistrafuturefashion.com/>. [Consultado: 28-abr-2023].

- [50] Alfonsodelval-ecologista.org. [En línea]. Disponible en: http://www.alfonsodelval-ecologista.org/wp-content/uploads/2020/05/El-libro-del-Reciclaje_Alfonso-del-Val-Parte-1.pdf. [Consultado: 28-abr-2023].
- [51] Kaisa Vehmas. Consumer attitudes and communication in circular fashion. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. Department of Biomass Processing and Products. 2017.
- [52] Y. Wang, “Fiber and textile waste utilization”, *Waste Biomass Valorization*, vol. 1, núm. 1, pp. 135–143, 2010.
- [53] B. Zamani, M. Svanström, G. Peters, y T. Rydberg, “A carbon footprint of textile recycling: A case study in Sweden: Carbon footprint of textile recycling”, *J. Ind. Ecol.*, vol. 19, núm. 4, pp. 676–687, 2015.

