

## PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN

### AUTOMATION PROPOSAL IN THE CLOTHING INDUSTRY

**Angie Paola Almeida Ortiz, Laura Valentina Villalba Mahecha**

**Universitaria Agustiniiana**, Ingeniería, Semillero de exploración e investigación de  
mecatrónica Agustiniiano.

Avenida Carrera 86 #11b-95, Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

(1) 4193200

E-mail: [angie.almeida@uniagustiniana.edu.co](mailto:angie.almeida@uniagustiniana.edu.co).

[laura.villalba@uniagustiniana.edu.co](mailto:laura.villalba@uniagustiniana.edu.co)

**Resumen:** Este proyecto, tiene como objetivo investigar los avances de la automatización en la industria de la confección, buscando una interconectividad entre las máquinas. Los avances tecnológicos han logrado hacer posible la creación de fábricas inteligentes con lo que se conoce como la cuarta revolución industrial; la industria 4.0 es vista como un gran potencial para poder cambiar la producción en el ámbito de las confecciones, debido a que esta industria es manejada mayormente por personal operativo. Por lo tanto, este trabajo busca realizar un análisis del proceso de fabricación de una industria de confección, con el fin de investigar las nuevas tecnologías que permitirán mejorar los procesos que son realizados por mano de obra en esta industria, haciendo énfasis en los diferentes métodos que se pueden emplear para la automatización de este sector.

**Palabras clave:** Industria 4.0, confecciones, moda, interconectividad, tecnología.

**Abstract:** This project aims to investigate the advances in automation in the clothing industry, looking for an interconnectivity between machines. Technological advances have made possible the creation of smart factories with what is known as the fourth industrial revolution; Industry 4.0 is seen as a great potential to be able to change production in the garment sector, because this industry is managed mostly by operating personnel. Therefore, this work seeks to carry out an analysis of the manufacturing process of a clothing industry, to investigate the new technologies that will allow to improve the processes that are carried out by labor in this industry, emphasizing the different methods that can be used for the automation of this sector.

**Keywords:** Industry 4.0, clothing, fashion, interconnectivity, technology.

### 1. INTRODUCCIÓN

La industria de la confección es conocido como uno de los principales sectores del movimiento de industrialización de los países en desarrollo, en donde implica el uso de tejidos para la fabricación de ropa de mujer, hombre y niño. Este sector ha aportado en la economía de Colombia, como es en el caso de las ventas de ropa y de calzado que sumaron 8 mil millones de dólares en 2019; más de

1.200 empresas colombianas hicieron exportaciones a más de 100 países en el mundo y la industria de la moda aportó con el 9,6% al PIB nacional, según cifras oficiales (Portafolio, 2021).

Los empresarios en la industria de confección han reportado problemas sobre la falta de mano de obra calificada y formalidad laboral en el país, pues carece de educación formal para la costura y confección (Gonzales, 2019). Por esto se quiere

investigar nuevas tecnologías logrando una optimización en la producción y en el tiempo de dicha producción, así como los costos y la demanda del mercado, logrando la adaptación a los nuevos cambios de la moda.

En la cuarta revolución también conocida como industria 4.0, los sistemas automáticos y el internet de las cosas (IoT) tienen la capacidad de comunicarse entre sí y con las personas en tiempo real. Teniendo en cuenta esto, se permite la creación de una copia de un entorno físico en uno virtual y proporciona la capacidad de la toma de decisiones por medio de las máquinas (Porter y Heppelmann, 2014, 2015). En el sector textil ahora es primordial innovar más en tecnología y adaptarse a los nuevos cambios de esta cuarta revolución, la cual exige nuevos modelos de negocio, una mejor comunicación con el consumidor, más agilidad y un servicio personalizado.

Aunque el sector textil en Colombia tiene presente el concepto de la industria 4.0, este aún no tiene conocimiento de métodos para implementar la tecnología en los diferentes procesos, a pesar de que después de 10 años es ejecutada en otros países con buenos resultados, como; Alemania, Japón, Estados Unidos, entre otros. Colombia sigue utilizando la mano de obra como factor principal dentro de la producción, a causa de no tener suficientes competencias y orientación académica. Hasta el momento se ha presenciado en empresas como Medea, soluciones de realidad virtual y aumentada para el entrenamiento de trabajadores industriales y el manejo de maquinaria (Beltrán y Giraldo, 2019).; otro aporte en el sector textil es la utilización de patronaje asistido por computador que ha sido implementado en muchas fábricas y actualmente está siendo utilizada por varias empresas Pymes.

La metodología es investigar las tecnologías implementadas en este sector, para los diferentes procesos como los son diseño, tendido, corte, costura y logística, a fin de lograr un análisis del proceso de fabricación de una industria de confección y una interconectividad entre estas nuevas tecnologías teniendo en cuenta los diferentes elementos de la industria 4.0.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

Esta investigación es proyectiva debido a que se basa en la elaboración de una propuesta, un plan o un procedimiento, esto con el fin de solucionar un problema de tipo manual, en este caso de las empresas manufactureras de ropa, todo esto a partir de la recolección de datos de las necesidades que este sector tiene y las tendencias futuras.

### 2.1 Variables de la investigación

Para alcanzar los objetivos propuestos, es necesario recolectar datos apropiados de todos los procesos de producción de una empresa de confecciones, con el fin de recolectar información de la eficiencia, seguridad, comunicación interna, las distribuciones de puestos de trabajos, en otras palabras, todos los procesos que permitan generar métodos para mejorar los problemas encontrados.

*Tabla 1: Metodología*

Variables	Sistematización	Objetivos específicos	Técnicas	Recolección de datos
Proceso	¿Cómo se realizan los procesos de manufactura en la industria de la moda?	Realizar un análisis del proceso de fábrica de una industria de confección.	1. Investigar sobre cada proceso en una empresa de confección. 2. Recolectar información de los problemas de cada proceso. 3. Adquirir conocimientos por medio de personas especializadas en este ámbito.	Repositorios, páginas web de empresas, revistas, consultas a personas con experiencia en este campo.
Tecnología	¿Con qué tecnologías cuenta la industria textil?	Investigar las nuevas tecnologías en la industria de la confección.	1. Averiguar sobre las nuevas tecnologías en los procesos de la industria de la confección. 2. Recolectar información por empresas que realizan estas maquinarias. 3. Verificar la existencia de maquinaria que pueda reemplazar un proceso específico.	Repositorios, trabajos investigativos, páginas web de empresas, catálogos.
Interconectividad	¿Qué elementos se requieren para lograr una interconectividad?	Proponer métodos para la integración de las diferentes tecnologías.	Buscar información sobre como a través de la industria 4.0 se puede llevar a cabo la interconectividad entre las máquinas que se usan en las industrias textiles.	Revistas, trabajos investigativos, artículos.

### 3. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

#### 3.1 Pasos básicos para el proceso de confección

1. **Diseño:** Es una guía para conocer los pasos necesarios, para la elaboración de una prenda, esto determinará características y variables como lo son la inspiración, mercado objetivo, tipo de textil, tallaje, cantidad de cortes, proceso de personalización e insumos. (Gámez, 2015). La problemática de esta fase es debido a que la persona encargada deberá crear muchas muestras para lograr el resultado deseado, causando desperdicios de tela y de tiempo creando diferentes diseños.
2. **Tendido:** Este paso consiste en poner la tela en capas para proceder al corte. Estos tendidos se pueden dividir en diferentes tipos dependiendo de la tela o de como se quiera manejar, estos son: tendido par, impar y derecho con derecho en sentidos opuestos (Kreutzfeld, 2019). En este paso en la mayoría de los casos se necesitan dos o más personas para realizar este proceso, debido a que en cada extremo de la tela se ubica una persona y entre los dos tienden la tela.
3. **Tiempo de reposo:** Al momento de desenrollar la tela en la parte del tendido, es necesario dejarla reposar por un periodo de tiempo específico, para permitir que esta recupere su forma. Los periodos dependen del tejido a utilizar, por ejemplo, un tejido plano y de punto con mezcla de elastano pueden durar en reposo de 20 a 24 horas (Kreutzfeld, 2019).
4. **Trazo:** En esta parte las piezas realizadas en el proceso de patronaje se distribuyen en el tendido previamente reposado y luego se debe hacer una buena orientación del hilo (López, 2000). Este proceso al hacerse manualmente requiere mucho tiempo debido a que la persona encargada debe dibujar cada patrón en la tela y además ubicarlas de forma eficiente para no ocasionar desperdicios.
5. **Corte:** Después de que las piezas han sido trazadas, estas son separadas o divididas con la ayuda de un instrumento de corte. El operario al utilizar la maquinaria debe seguir el trazado previamente realizado y tener mucho cuidado en el momento de cortar las piezas, debido a que puede correr el riesgo de tener un accidente con la cuchilla y ocasionar una mala

fabricación en las piezas causando varios errores en este proceso.

6. **Costuras:** Las partes involucradas en el ensamblaje de prendas se dividen en dos; manipulación de material y unión de componentes textiles. En la costura de las prendas, se gasta mucho tiempo y mano de obra en el manejo de materiales, como es en el caso de levantar, mover, montar, reposicionar y reorientar las piezas cortadas (Gámez, 2015).

#### 3.2 Tecnologías implementadas o que podrían implementarse en la industria de la confección

##### 3.2.1 Maquinaria para tiempo de reposo

- **Revisadora:** Está máquina realiza funciones como alineamiento, sincronismo y control de estiramiento; hace análisis del tejido en busca de posibles defectos y genera un informe con datos como son la clasificación de rollos, la detección de defectos, ancho y metraje (Lockuán, 2012).
- **Relajadora:** Está se encarga de reducir el tiempo de reposo de la tela que normalmente dura de 24 a 48 horas a un tiempo aproximado de unos minutos dependiendo la cantidad de tela que haya.

##### 3.2.2 Tendido automatizado

Una maquina tendedora con tejido enrollado doblado se desplaza sobre la mesa de esparcimiento con el fin de depositar las capas de tejido. Las partes principales de una maquina tendedora con sistema de alimentación móvil son:

- **Camión esparcidor de tela:** el cual se asegura de transportar el rollo de tela sobre la mesa en direcciones longitudinal y transversal.
- **Sistema de alimentación de telas:** la carga, descarga, bobinado, y el rebobinado de las telas es controlado por medio de un sistema de alimentación que tiene como función enrollarla desde una barra de colocación y lo mueve a la mesa de extensión.
- **Dispositivo de corte automático:** durante el proceso de tendido, un dispositivo de corte se mueve junto con el camión esparcidor. En el momento en que la capa de la tela está totalmente tendida, un cuchillo redondo se mueve automáticamente por la mesa y la corta.
- **Sistema codificador:** Se utiliza una cinta especial con dentículos metálicos fijados a un

lado de la mesa de tendido, el sistema codificador cuenta el número de dentículos y los vuelve a calcular en distancia que puede ser en metros o pulgadas. Este sistema codificador define las coordenadas de ubicación del camión esparcidor en un momento dado.

- Receptor final: el recogedor de extremos fija el extremo de las capas del material tendido, evitando que este se mueva durante el proceso de tendido.
- Panel de control: se utiliza una interfaz maquina humano (HMI) que funciona como panel de control interactivo para configurar los parámetros y programar el proceso de tendido (Vilumsone-Nemes, 2018).

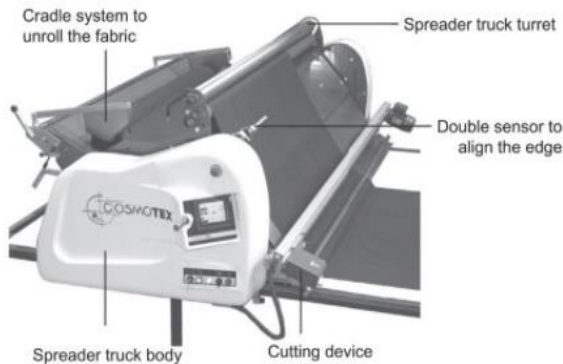


Fig. 1. Partes de una tendedora automática (Vilumsone-Nemes, 2018).

### 3.2.3 Corte automatizado

La mayoría de maquinaria de corte automatizado utiliza sistemas de control numérico (CNC) y otras herramientas de apoyo como programas de dibujo y manufactura asistido por computador (CAD/CAM). Estos equipos de corte hasta el momento son los más avanzados en la industria manufacturera (Suh, 2019).

Todos los sistemas de corte automatizado tienen una configuración similar, en donde está ubicado en un carro puesto una barra transversal encima de la mesa de corte. El carro se mueve a través de la barra transversal dependiendo del ancho de la mesa de corte, mientras que la barra transversal se desplaza a lo largo de la mesa. Estos movimientos permiten que el equipo se mueva por la zona de corte y sea gestionado con precisión por medio de una unidad de control.

Los textiles por cortarse deben ser cubiertos por un plástico impermeable debido a que las telas son de

materiales porosos. Se utiliza una mesa de corte con una cinta transportadora permitiendo aumentar la productividad, en donde es posible separar componentes que excedan la longitud de la mesa (Vilumsone-Nemes, 2018).



Fig. 2. Cortadora de tela automatizada (Pathfinder, 2018).

### 3.2.4 Costura automatizada

Al investigar las diferentes maquinarias de costura automática se centró en el trabajo realizado por Softwear Automation Inc. que recientemente creó un sistema de costura totalmente automatizado, llamado "Sewbot". Lo más innovador de esta tecnología es la integración de sistemas avanzados de visión por computadora, el cual explora los hilos individuales en la aguja y dirige el movimiento preciso de la tela (Jana, 2018). Sewbot se encarga de manejar la tela con un brazo robótico y un transportador de 360 grados (Figura 3a). Además, posee un brazo robótico de cuatro ejes encargado de levantar y colocar un trozo de tela utilizando una pinza de vacío (Figura 3b), mientras que una mesa transportadora guía la tela a una unidad de costura. La mesa está conformada por unos rodillos esféricos, llamados "Budger Ball" (Figura 3c) que están ubicados en la superficie. Por estos, cada pieza de tela puede transportarse suavemente en alguna dirección sobre la mesa según sea necesario (Jana, 2018).

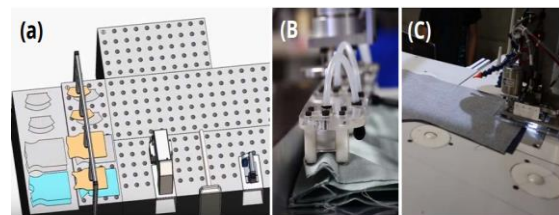


Fig. 3. Sewbot (Jana, 2018).

### 3.3 Propuestas de métodos para la integración de las diferentes tecnologías.

#### 3.3.1 Propuesta para la transferencia de información digital

- Al momento de diseñar el boceto de la prenda, la persona encargada puede comprobar que el patronaje sea apto, por medio de la utilización del modelado 3D, realidad virtual y aumentada. Al tener el diseño de cada pieza, por medio de un software de diseño de moda las piezas son ubicadas de una forma eficiente creando un trazado, este es enviado al sistema de corte por medio de una red inalámbrica en un entorno digital usando la infraestructura de tecnología en la nube (Herrera *et al.*, 2020).

#### 3.3.2 Propuesta para la integración de la tecnología en el proceso de tendido y corte

- El transporte de tela desde el almacén hasta el puesto de tendido y corte se realiza haciendo uso de un robot móvil que rastrea el almacenamiento de la materia prima controlado desde un software.
- El proceso de tendido se basa de la información de la revisadora, la cual enviará estos datos para saber qué tipo de tendido es eficiente dependiendo del material a utilizar, además, la máquina de tendido debe tener en cuenta la cantidad de prendas a realizar. Este proceso es controlado a través de unos rodillos que conectan los dos procesos.

#### 3.3.3 Propuesta de implementación de RFID

- Se colocan etiquetas RFID en el proceso de corte y costura las cuales deben contener información de lo que se debe realizar en cada proceso, por ejemplo, planchar, lavar, abotonar y empacar.
- En cada estación de producción está integrado un lector RFID, en donde leerá la etiqueta con la información que debe realizarse en dicho proceso, por medio de bandas transportadoras las cuales seleccionaran el destino de cada pieza según el proceso al cual deba someterse (Productiva, 2020).

#### 3.3.4 Propuesta para control de calidad

- Se propone la utilización de sistemas avanzados en procesamiento de imágenes y una forma de

inteligencia artificial con un aprendizaje automático, quienes proveerán fácilmente información de los problemas de calidad.

#### 3.3.5 Propuesta para el seguimiento y monitoreo de todo el proceso

Las propuestas para involucrar elementos de la industria 4.0 son las siguientes:

- Comunicaciones digitales

La propuesta es garantizar que los datos y la información sean manejables y accesibles, como son en el caso de la recolección de datos en los sistemas de producción, para esto es necesario tener en cuenta la implementación del IoT (Internet de las cosas) en cada una de las máquinas para que entre ellas interactúen, los sistemas cloud para almacenar información en la nube y tecnologías de comunicación que proporcionen un intercambio de información (Gökalp *et al.*, 2018).

- Seguimiento del proceso de fabricación en tiempo de real

Se incluyen sensores en toda la maquinaria automatizada que están operando en el proceso de fabricación. Los datos recolectados en las etiquetas RFID, las cuales están ubicadas en los productos al momento de la fabricación, son procesados y enviados a un procesamiento de Big Data en tiempo real.

#### 3.3.6 Propuesta para el ensamblaje de ropa

Se propone la utilización de la tecnología Sewbot para la costura de las prendas, debido a que ha mostrado resultados favorables con respecto a costuras simples, sin embargo, esta tecnología se ve limitada por los tipos de costuras que puede realizar o el material que puede manejar, por lo cual se busca otra alternativa para el proceso de costura, proponiendo la tecnología Kinect.

El proceso de costura al ser una fase muy compleja y difícil hace imposible eliminar la intervención del hombre en el proceso. Así que, la tecnología Kinect es utilizada para enseñar a un cobot de dos brazos el proceso que realizan los trabajadores en las costuras más complejas de diferentes tipos de producto.

#### 3.3.7 Propuesta de integración de todos los procesos

La propuesta para una fábrica inteligente de confecciones es, el primer paso se hace a través del diseño 3D el cual el diseñador hace su modelo, se debe tener en cuenta la tela a usar para hacer el diseño, esta tela debe pasar por una revisadora que está encargada de hacer un reporte sobre esta, diciendo el metraje, posibles defectos, etc., con estos datos son usados para pasar al proceso de tendido automatizado, la materia prima será transportada por un robot móvil, esta máquina se encarga de realizar el proceso de tendido respecto a los estándares que se pidieron en el diseño.

Una vez tendida la tela adecuadamente esta pasa a la parte de trazado donde por medio de un software de diseño las piezas son ubicadas de forma eficiente creando el trazado el cual será transmitido al sistema de corte a través de una red inalámbrica, una vez teniendo el tendido y el trazado ahora si se procede al proceso de corte y justo después del corte se le ponen unas etiquetas a las piezas con información para que la máquina del siguiente proceso, el cual es la costura tenga la información de cómo se tiene que ensamblar cada parte, luego de ser cosidas las piezas se le añadirán unas etiquetas RFID las cuales guiarán la prenda al proceso que deben seguir respectivamente, por ejemplo si la pieza debe pasar por proceso de planchado, doblado o estampado, las prendas serán guiadas por medio de bandas transportadoras.

Una vez terminados los procesos respectivos la prenda debe pasar por una inspección de calidad la cual es realizada por una forma de inteligencia artificial y sistemas avanzados en procesamiento de imágenes y si la prenda cumple con los estándares establecidos pasa al proceso de empaquetado. Por último, se realiza una logística con respecto a la industria 4.0 donde se registran los datos recolectados y son procesada y enviada a un procesamiento de Big Data en tiempo real.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Comparación de los procesos manuales y automáticos.

Al analizar los diferentes datos de los trabajos investigados, se pudo constatar la siguiente información para lograr una comparación con respecto a la eficiencia de los procesos, para esto se tuvieron en cuenta varios proyectos que sirvieron como base para este resultado.

*Tabla 2: Cuadro comparativo de los procesos*

Proceso	Eficiencia	
	Manual	Automatizado
<b>Modelado Diseño</b>	El tiempo depende del diseñador	<u>Modelado 3D</u> • Ahorro de un 60% en el tiempo. • Precisión del 95%.
<b>Tendido</b>	Velocidad depende del operario	Puede extenderse 100-150 yardas por minuto
<b>Trazado</b>	Eficiencia trazo manual 78%	• Eficiencia trazo automático 85% • Genera un 5.5% ahorro en el consumo de materia prima
<b>Corte</b>	Se corta 1,2 metros por minuto	Se corta 6 metros por minuto
<b>Inventariado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión del inventario 68,4%</li> <li>• Satisfacción al cliente 64.6%</li> <li>• Falta de datos 16.5%</li> <li>• Perdidas 17.8%</li> <li>• Margen de beneficio 8.9%</li> </ul>	<u>Implementación RFID:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión del inventario 84.5%</li> <li>• Satisfacción al cliente 71.7%</li> <li>• Falta de datos 9.8%</li> <li>• Perdidas 11.8%</li> <li>• Margen de beneficio 14.3%</li> </ul>

Nota. Optitex. Chawla et al. (2014). Gómez. (2019). Cortés, y Liévano (2020)

### 4.2 Beneficios al implementar la industria 4.0 en una fábrica

Según la encuesta realizada por la empresa consultora de gestión global McKinsey, el impacto que tendrían una fábrica inteligente serían los siguientes:

- Reducción de los costos de mantenimiento entre 10% y 40%
- Disminución del consumo de energía entre 10% y 20%
- Aumento de la productividad laboral entre 10% y 25%
- Mayor precisión en las previsiones de demanda de alrededor del 80%.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al realizar la investigación se pudo observar que la mayoría de los procesos de la fabricación de una prenda de vestir son realizados en su mayoría por mano de obra, y al investigar nuevas tecnologías se dio a entender que en varios de estos procesos pueden ser mejorados por la automatización, para la reducción de tiempo y mejor control de calidad.

Teniendo en cuenta el concepto de industria 4.0 se logra llegar a optimizar todo el proceso de confección, permitiendo que todos los objetos físicos requieran una menor participación del

operario. Al analizar los datos investigados se da a entender que las propuestas implementadas permitirían los siguientes beneficios:

- Reducción del tiempo de fabricación y entrega de pedidos, el cual al implementar el diseño de productos 3D, los procesos automatizados y el seguimiento en tiempo real de la fabricación, permitirán una buena eficiencia, logrando evitar posibles errores que conllevan a la utilización de más tiempo para solucionarlos.
- Agilidad, los datos recolectados en tiempo real en los procesos de producción son analizados permitiendo detectar y resolver los problemas en una línea de producción en un corto periodo de tiempo.
- Aumento de calidad, Se reduce los errores producidos por la mano de obra, gracias a la producción automatizada y las tecnologías robóticas. Al integrar procesamiento de imagen y la inteligencia artificial aumenta la precisión en el control de calidad.
- Seguridad y salud, se han observado que algunos procesos de la fabricación de ropa pueden conllevar a un riesgo, como es en el caso del corte textil, la implementación de un corte automatizado permitirá que no haya la posibilidad de accidentes con la manipulación de la cuchilla. En la automatización de los procesos de tendido y costura, evitara un trabajo repetitivo que en algunos casos traen consecuencias a la salud del operario.
- Aumento de productividad, al implementar tecnologías de recolección de datos, sistemas automatizados y el seguimiento en la línea de producción en tiempo real permitirá la realización de diferentes actividades con un mínimo de errores y optimizando el desarrollo del proceso, el tiempo y recursos.
- Satisfacción al cliente, al garantizar una buena calidad, reducción de tiempos y la posibilidad de brindarle al usuario información en tiempo real del pedido, permitirá que el cliente tenga confianza con respecto al producto que recibirá.

## 6. CONCLUSIONES

En conclusión, las empresas que implementan adecuadamente la industria 4.0, tienden a sobrevivir en el competitivo mercado global. Esta

investigación propone diferentes métodos innovadores para la implementación de una fábrica inteligente en el sector de las confecciones, en donde se recolectaron datos de los procesos y los posibles problemas que implican en esta industria. Por consiguiente, se infirió que hay procesos en este sector que son más difíciles de automatizar como lo es la costura pues requiere de alta precisión y práctica.

Al investigar los procesos de la fabricación de ropa se llegó a la conclusión que la mayoría de estos se realizan por operarios, ocasionando que las partes que contienen maquinaria sean necesario la involucración de estos. Como en este sector en algunos lugares se trabaja con bastantes artículos, hace que los procesos sean más extensos, y muchas veces se pierde la comunicación entre los trabajadores, ocasionando una desorganización a la hora de hacer alguna prenda, lo que conlleva a pérdidas de tiempo.

Al automatizar esta industria se busca la forma de reducir al máximo los desperdicios, debido a que el exceso de residuos es una señal de mal gasto de materia prima y la generación de un gran impacto en la contaminación ambiental, como se mencionó, en ocasiones una mala práctica en algún proceso puede conllevar al daño de la tela haciéndola inservible para seguir con su producción, teniendo en cuenta esto, se mejorará la fabricación aumentando la productividad y reduciendo los costos.

Por medio de esta investigación se dio a entender que la gran mayoría de los procesos de fabricación de ropa tienen la posibilidad de ser automatizados para lograr una interacción de las diferentes tecnologías que este sector posee. Según los resultados encontrados se concluye que el contenido de esta información permite dar cambios en el paradigma de la industria textil, como es en el caso de los entornos de trabajo, la comunicación entre las diferentes áreas y la forma de relacionarse entre proveedores y clientes.

Se planea ampliar esta investigación con una simulación de una fábrica inteligente de confecciones, permitiendo observar que las propuestas dichas son posibles y traerán los resultados esperados, además de demostrar la factibilidad de implementar esta en un entorno real. Para lo anterior dicho es necesario investigar más a fondo los procesos de producción, debido a que en cada paso puede presentar dificultades

dependiendo de lo que se va a realizar o el material que se va a trabajar.

## REFERENCIAS

- Beltrán P., Y., E., y Giraldo B., E., Y. (2019). *transformación del modelo 4.0 en los sectores productivos en Colombia*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16016/1/2019\\_transformaci%C3%B3n\\_modelo\\_sectores.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16016/1/2019_transformaci%C3%B3n_modelo_sectores.pdf) (Consultado: 20 de octubre de 2021).
- Chawla M., Malviya R., y Singh S. (2014). *automatic spreading machines*. Universidad del sur de California, Estados Unidos. <https://www.slideshare.net/riddhimalviya/automatic-spreading-machine-fabric-spreading> (Consultado: 16 de octubre de 2021).
- Cortés P., L., D., y Liévano E., A., M. (2020). *Prefactibilidad para implementación de tecnología RFID, en el etiquetado de los productos que comercializa en sus tiendas la empresa de confecciones Permoda Ltda*. Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia. (Consultado: 19 de octubre de 2021).
- Gámez O. (2015). *creación de nuevas prendas a través del reciclaje*, Universidad de Istmo, Guatemala. <http://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2015/48482.pdf> (Consultado: 20 de febrero de 2021)
- Gökalp E., Gökalp M., y Erhan P. (2018). *Industry 4.0 revolution in clothing and apparel factories: Apparel 4.0*. *Industry 4.0 from the MIS Perspective*, (pp. 169–183).
- Gómez M., C., I. (2019). *automatización del corte en el sector textil confección*. Universidad EAFIT, Colombia. [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13797/CarlosIgnacio\\_GomezMu%C3%B1oz\\_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13797/CarlosIgnacio_GomezMu%C3%B1oz_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (Consultado: 16 de octubre de 2021).
- Gonzales T. (2019). *La industria textil colombiana cambia sus esquemas y se transforma para el futuro*. Fashionnetwork.com. <https://pe.fashionnetwork.com/news/La-industria-textil-colombiana-cambia-sus-esquemas-y-se-transforma-para-el-futuro,1141366.html> (Consultado: 30 de febrero de 2021).
- Herrera R., Araujo D., Guerrero G., & Tapia F. (2020). *Optimización de tiempos utilizando realidad aumentada para la industria de la moda*. RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologías de Informacao. E28.806-815.
- Jana P. (2017). *Automation in sewing technology*. En Nayak R y Padhye R (Eds.), *Automation in Garment Manufacturing* (pp. 199–236). <https://doi.org/10.1016/c2015-0-06156-1>
- Kreutzfeld F. (2019). *¿Cómo optimizar la preparación para el tendido en la industria de la moda?.* delta máquinas textiles. <https://www.deltamaquinastexteis.com.br/es/industria-textil/como-optimizar-la-preparacion-para-el-tendido-en-la-industria-de-la-moda/> (Consultado: 9 de agosto de 2021).
- Lockuán F. (2012). *la industria textil y su control de calidad*. Budetex.Com. [http://budetex.com/img/textil/IV.libro\\_tejeduria.pdf](http://budetex.com/img/textil/IV.libro_tejeduria.pdf) (Consultado: 11 de julio de 2021).
- López S. (2000). *Tecnología, iconografía y ritual funerario. Tres dimensiones de análisis de los textiles formativos del sitio Punta de la Peña 9 (Antofagasta de la Sierra, Argentina)*. Estudios Atacameños, 20, 29–66.
- Pathfinder. (2018). *Cortadores de tela automatizados*. Pathfindercut.com., Australia. <https://pathfindercut.com/es/cortadores-dem%C3%BAltiples-capas/> (Consultado: 20 de octubre de 2021).
- Portafolio. (2021). *La importancia del sector de la moda en economías colombiana y mundial*. Portafolio.co. Colombia <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/sector-de-la-moda-y-su-importancia-a-las-economias-de-clombia-y-el-mundo-552670> (Consultado: 8 abril de 2021).
- Porter M., E. y Heppelmann J., E. (2015). *How smart, connected products are transforming companies*. Harvard Business Review, 93(10), 96–114. JOUR
- Productiva Colombia. (2020). *Tecnologías avanzadas aplicadas al Sistema Moda*. Resumen ejecutivo: Estudio de brechas de innovación y tecnología. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/26573> (Consultado: 10 agosto de 2021)
- Suh M. (2019). *Automated cutting and sewing for industry 4.0 at ITMA 2019*. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*. <https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/JTATM/article/view/16453/7266> (Consultado: 10 agosto de 2021).
- Vilumson-Nemes I. (2018). *Industrial cutting of textile materials* (2a ed.). <https://doi.org/10.1016/c2017-0-00216-1>