



MASTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS

TRABAJO FIN DE MASTER

CURSO ACADÉMICO 2019 – 2020

**EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS DE
PROCESO BASADAS EN MANUFACTURA INTELIGENTE EN UN
TALLER DE CONFECCIONES**

AUTOR: LUIS CARLOS AGUDELO DIAZ

DIRECTORA: ANA MARÍA SERRANO BEDIA

CO DIRECTORA: MARTA PÉREZ PÉREZ

SANTANDER, CANTABRIA, ESPAÑA

OCTUBRE 2020

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
2.1. MANUFACTURA INTELIGENTE E INDUSTRIA 4.0	7
2.1.1. Automatización	9
2.1.2. Sensórica	9
2.1.3. Robótica	10
2.1.4. Transformación digital	11
2.2. REINGENIERÍA	13
3. METODOLOGÍA	14
3.1. MODELO PARA ANÁLISIS DE ENTORNO EXTERNO E INTERNO	14
4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO	15
4.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS	17
4.1.1. Etapa de corte	19
4.1.2. Etapa de bordado	19
4.1.3. Etapa de estampado	20
4.1.4. Etapa de confección o ensamble	21
4.2. TECNOLOGÍAS, EQUIPOS Y MAQUINAS DISPONIBLES EN LA PLANTA	22
4.3. LAYOUT O DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PRODUCTIVA	24
4.4. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN GLOBAL	24
4.4.1. Rendimiento de la etapa de corte	25
4.4.2. Rendimiento de la etapa de bordado	26
4.4.3. Rendimiento de la etapa de estampado	27
4.4.4. Rendimiento de la etapa de confecciones	28
4.5. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS	28
4.6. PLANTILLA OPERATIVA ACTUAL	29
5. ANÁLISIS DAFO	29
5.1. ANÁLISIS EXTERNO	29
5.1.1. Dimensión económica	29
5.1.2. Dimensión tecnológica e innovación	30
5.1.3. Dimensión social	32
5.1.4. Dimensión competitiva	33

5.1.5.	Valoración del entorno externo	35
5.2.	ANÁLISIS INTERNO	35
5.2.1.	Sostenibilidad, Imagen de marca y competitividad	35
5.2.2.	Nivel de productividad	36
5.2.3.	Innovación y desarrollo	37
5.2.4.	Uso de tecnologías informáticas	37
5.2.5.	Recursos humanos y clima laboral	37
5.2.6.	Valoración del entorno interno	37
5.3.	DAFO	38
5.4.	ESTRATEGIA DE DESARROLLO EMPRESARIAL	39
5.4.1.	Desarrollo tecnológico	39
5.4.2.	Outsourcing del proceso	39
6.	PROPUESTAS DE MEJORA	40
6.1.	Mejora en etapa de corte	40
6.2.	Mejora en etapa de estampado	41
6.3.	Aplicativos y digitalización	42
7.	ANÁLISIS DE LA NUEVA PRODUCTIVIDAD	44
7.1.	PRODUCTIVIDAD DEL ROBOT DE CORTE	44
7.2.	PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINA DE ESTAMPADO	45
8.	ANÁLISIS DE VARIACIÓN EN EL COSTE	46
8.1.	COSTE POR CAMBIOS EN LA PLANTILLA	46
8.2.	VARIACIÓN POR CAMBIOS EN EL COSTE DE MANTENIMIENTO	48
8.3.	VARIACIÓN DEL COSTE POR SUBCONTRATACIÓN	48
8.4.	VARIACIÓN DEL COSTE GLOBAL	49
9.	INVERSIÓN, FINANCIACIÓN Y RETORNO	49
9.1.	INVERSION	49
9.2.	FINANCIACIÓN	50
9.3.	RETORNO DE LA INVERSIÓN	50
10.	CONCLUSIONES Y LIMITACIONES DEL TRABAJO	51
11.	BIBLIOGRAFÍA	53
	ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Notaciones con base de objetivos del smart manufacturing	8
---	---

Tabla 4-1. Información general sobre la empresa caso de estudio.	15
Tabla 4-2. Flujo de actividades en confección para referencia Camisa Lancero.	21
Tabla 4-3. Plantilla de personal operativa actual.	29
Tabla 5-1. Numero de innovaciones llevadas a cabo por sector según encuesta de desarrollo e innovación 2017-2018.	32
Tabla 5-2. Índices sociales y de educación Colombia y España 2016 y 2018.	33
Tabla 5-3. Principales exportadores de prendas de vestir entre enero y junio 2019.	34
Tabla 5-4. Análisis del perfil externo de Protejer.	35
Tabla 7-1. Calculo índice global de productividad para robot de corte.	45
Tabla 7-2. Calculo índice global de productividad para máquina de estampado.	46
Tabla 8-1. Análisis en la variación del coste de la plantilla.	47
Tabla 8-2. Variación en el coste de mantenimiento en COP.	48
Tabla 8-3. Costes de subcontratación de la producción 2018-2019.	49
Tabla 9-1. Inversión requerida para la implementación de las propuestas.	50
Tabla 9-2. Flujos de caja de la inversión y su retorno.	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1. Funcionamiento de un robot.	11
Ilustración 3-1. Metodología para realizar el informe.	14
Ilustración 4-1. Taller de confecciones de Protejer.	16
Ilustración 4-2. Líneas de productos de confecciones Protejer.	17
Ilustración 4-3. Diagrama de flujo de proceso de confecciones.	18
Ilustración 4-4. Extendedora de tela automática.	19
Ilustración 4-5. Robot bordador de seis cabezas.	20
Ilustración 4-6. Pulpo de seis cabezas en estampado.	20
Ilustración 4-7. Dispositivo de control de asistencia por reconocimiento facial.	23
Ilustración 4-8. Layout de la planta de confección.	24
Ilustración 5-1. La obra social de Protejer.	36
Ilustración 5-2. Análisis DAFO del proceso de confecciones de Protejer.	39
Ilustración 6-1. Robot cortador de tela Procut 1880 efficiency.	41
Ilustración 6-2. Pulpo serigrafía automatizado para estampado modelo Volt 10-8.	42
Ilustración 6-3. Tesseracto la aplicación de control de piso.	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1. Análisis de productividad global 2019-2020.	26
Gráfico 4-2. Análisis de productividad etapa de corte 2019-2020.	27
Gráfico 4-3. Análisis de productividad bordado 2019-2020.	28
Gráfico 4-4. Análisis de productividad estampado 2020.	29
Gráfico 5-1. Ingresos operacionales y beneficio/perdida vs PIB nominal para una muestra de 518 empresas (miles de millones COP).	31
Gráfico 5-2. Gasto en I+D+i como porcentaje del PIB por país 2011-2018.	32
Gráfico 8-1. Coste de plantilla de confecciones 2019 - 2020 en COP.	48

RESUMEN

En el siguiente documento se presenta el análisis realizado a un proceso de confecciones constituido por cuatro etapas (corte, ensamble o confección, bordado y estampado) cuya finalidad es la postulación de mejoras basadas en la incorporación de tecnologías de diferente índole, pero enmarcadas dentro de lo que se conoce como Smart Manufacturing.

La empresa cuya marca se llama Protejer y de la cual se conservará su nombre como anónimo, se encuentra en Colombia. El incremento en la demanda por parte de sus clientes ha generado un crecimiento en ventas desproporcionado respecto a su capacidad instalada, situación que ha enfrentado tercerizando su producción. Aunque ha sido una solución adecuada, hoy se encuentran frente al reto de lograr ser más competitivos, además de mejorar sus operaciones actuales haciendo uso de nuevas tecnologías como la robótica y la digitalización.

Por lo anterior, se hace un estudio del caso, incluyendo algunos antecedentes relevantes y el análisis de las cuatro etapas de confección haciendo énfasis en la productividad actual de estos procesos y el grado de tercerización requerido, aspectos que demostrarán la necesidad de evaluar la implementación de mejoras, que basadas en un marco conceptual construido alrededor de las tendencias de la manufactura inteligente, resultan en un incremento de productividad y reducción en costes de operación.

Después de analizar las propuestas de mejora se plantea un panorama respecto a la inversión necesaria para que sean llevadas a cabo, además de la estimación de su retorno, del cual se concluye la factibilidad de aplicación. Sin embargo, su puesta en marcha también conlleva retos/dificultades, tales como el desaprovechamiento de las máquinas que serían integradas, además del deterioro en el empleo de los subprocesos afectados, cuestiones que podrían limitar a la empresa respecto a sus decisiones.

ABSTRACT

The following document presents the analysis carried out to a manufacturing process consisting of four processes (cutting, assembly or preparation, embroidery and stamping) whose purpose is the propose improvements based on the technologies of different kinds, but framed within what is known as Smart Manufacturing.

The company whose name will be kept as anonymous, will be called after its brands name Protejer and is actually located in Colombia and whose increasing demand from its customers has generated a growth in sales disproportionate to its installed capacity, a situation that has been faced by outsourcing its production. Although it has been an adequate solution, today they are facing the challenge of being more competitive in addition to improving their current operations by making use of new technologies such as robotics and digitalization.

Therefore, a study was performed, including some relevant antecedents and the analysis of the four manufacturing processes, emphasizing the current productivity and the outsourcing required by each one, aspects that will demonstrate the need to evaluate the implementation of improvements, which based on a conceptual framework built around the trends of intelligent manufacturing, results in an increase in productivity and reduction in operating costs.

After analyzing the improvement proposals, a panorama is raised regarding the investment necessary for them to be carried out, in addition to the estimation of their return, from which the feasibility of application is concluded. However, its start-up also entails challenges / difficulties, such as the waste of the machines that would be integrated, in addition to the deterioration in the use of the affected sub-processes, issues that could limit the company regarding its decisions.

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de nuevas tecnologías asociadas a la manufactura inteligente y la llamada tendencia de industria 4.0, ha marcado el camino de muchas empresas globales. Sin embargo, el reto que deben afrontar las pymes para recorrer dicho camino no es tan simple como parece, aún menos para las empresas ubicadas en regiones del mundo en vía de desarrollo.

En este documento podrá encontrar un resumen de la empresa caso de estudio y por qué han optado por evaluar algunas propuestas de mejora, cuyo objetivo es afrontar los retos de su sector y de la creciente necesidad de las empresas de buscar la transformación al mundo digital, ya que situaciones como el incremento de importaciones desde el continente asiático o la dependencia de métodos de confección relativamente ineficientes y manuales se constituyen en amenazas y debilidades en un mercado e industria donde el cambio es lo único que prevalece.

El caso de la empresa estudiada nos muestra cómo una problemática real en una planta de confecciones de tela, donde mantener niveles de productividad es el pan de cada día, lleva a sus encargados a que se planteen nuevas formas de operaciones como la respuesta a las necesidades del mundo actual. Es aquí donde la intervención de la Dirección y los encargados de los procesos, desde la medición y el análisis de indicadores, fundamenta las estrategias de mejora que eligen desarrollar para continuar en la carrera por evitar el rezago competitivo y tecnológico.

La propuesta de valor de este informe se centra en respaldar las decisiones de inversión de una mediana empresa con base en el estudio de sus indicadores y la investigación y análisis de tecnologías de carácter novedoso (robótica y aplicaciones web). Dichas tecnologías serán comparadas en términos de productividad y coste respecto a la operación actual y se planteará un nuevo modelo de operación para la empresa.

Finalmente se destaca la importancia que tiene para la empresa estar a la vanguardia tecnológica, sin embargo, dentro del proceso de toma de decisiones siempre se tendrán en cuenta principios que rigen el actuar y la cultura de ésta. Para la empresa es primordial poder aportar al desarrollo sostenible no sólo en términos económicos, sino desde el bienestar social y cumplir con su misión como una entidad de carácter social y sin ánimo de lucro. Estos motivos pueden descartar la opción de invertir en mejoras que sustituyan mano de obra por máquinas que terminen eliminando el empleo directo de su zona de influencia.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

De acuerdo con los objetivos planteados en el apartado anterior, se hace necesario definir conceptualmente algunas cuestiones relacionadas con las soluciones que se le darán a las problemáticas y oportunidades que serán comentadas posteriormente. Como se mencionó, el marco de aplicación del informe gira en torno a tecnologías que se podrían definir como tendencias asociadas al Smart manufacturing o industria 4.0 y haciendo énfasis en el uso de soluciones relacionadas con automatización, robótica y transformación digital, así como los modelos de organización y colaboración y los procesos de reingeniería que deben sustentar la evaluación e implementación de este tipo de mejoras.

2.1. MANUFACTURA INTELIGENTE E INDUSTRIA 4.0

El termino Smart manufacturing fue originado en Estados Unidos y ha sido utilizado desde mediados del siglo XX, fundamentando el crecimiento y sostenibilidad de la industria a finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI. Podríamos definir al smart manufacturing como un conjunto de prácticas enfocadas en la manufactura que se basan en la utilización de tecnologías de información y comunicación para gestionar las operaciones de un sistema. En otras palabras, se podría decir que es la ruta que toma una empresa para planificar y optimizar su sistema productivo de manera inteligente, integrando recursos físicos y digitales en sus procesos e incluso su cadena de valor, incluyendo a clientes y proveedores. Esto se logra incorporando tecnologías que automaticen e integren los sistemas, a la vez que son continuamente monitoreados y evaluados y así obtener información en tiempo real para que la toma de decisiones sea más consciente (Mittal, et al., 2019).

Sin duda alguna la mejor manera de lograr sostenibilidad en la industria ha sido basada en el desarrollo de nuevas tecnologías que no sólo permiten la reducción sostenible de costes, sino disminuir desperdicios y ser más eficientes en el uso de materiales y recursos energéticos. Es necesario discriminar la percepción de que la integración de nuevas tecnologías necesariamente acompaña a la destrucción de empleos y por ende la pérdida de sostenibilidad. El cambio digital ha llevado a que las empresas replanteen sus necesidades de recursos humanos y las competencias que requieren sus colaboradores para trabajar en los nuevos entornos digitales (Blanco Muñoz, 2019).

La manufactura inteligente se basa en cuestiones relacionadas con el desempeño de un proceso productivo, de esta manera podríamos mencionar algunas notaciones que son parte de los objetivos que persigue y cambios asociados su implementación como:

Tabla 2-1. Notaciones con base de objetivos del smart manufacturing.

Notaciones	Enfoques
Niveles de inventario	Identificar
Edad y estado de equipos y maquinaria	Identificar y gestionar
Niveles y ratios de producción	Programar y predecir
Control de tiempos	Identificar y supervisar
Ratios de defectos y desviaciones	Identificar y gestionar
Modelo productivo basado en estrategia pull	Integrar y programar
Transición y alistamiento de líneas de producción	Programar
Funciones de valor y costo instantáneas	Identificar y predecir

Fuente: (Kyritsis & Gökan, 2019).

Como se describe en la tabla 2-1, algunos de los objetivos de la manufactura inteligente son identificar, gestionar, programar, predecir, supervisar e integrar diferentes procesos a través del uso de tecnologías inteligentes y que de esta manera la toma de decisiones sea más acertada y basada en información obtenida en tiempo real.

Particularmente para llegar a la implementación de manufactura inteligente, una empresa se puede aproximar desde dos fuentes, las ADETS (advanced robotics and integration digital enabling technologies) que son las asociadas a como su nombre lo indica, robótica y automatización y las IDETS (information and communication digital enabling technologies) que son aquellas enfocadas en la digitalización de los procesos; aunque, naturalmente se utilizan más las IDETS en el desarrollo e innovación de las pymes ya que generalmente suponen una menor inversión y los mantiene a la vanguardia de la era digital (Somohano Rodríguez, et al., 2020), para el caso de la compañía caso de estudio se evaluarán ambas fuentes tanto ADETS como IDETS y por esto a continuación se incluyen dentro del marco teóricos relacionados con dichas fuentes, específicamente la automatización, sensórica y robótica para las ADETS y la transformación digital para IDETS.

2.1.1. Automatización

Como tal, un mecanismo automatizado cuenta básicamente de dos partes, una operativa y otra de control. La primera se trata de un sistema compuesto por partes impulsadas por mecanismos hidráulicos, neumáticos, eléctricos, térmicos, entre otros, que permitirá al componente o equipo automatizado la realización de acciones. Respecto al sistema de control, permite al sistema operativo la realización lógica de las acciones con una base preconfigurada que logra que dichas acciones alcancen el resultado esperado, además de identificar posibles errores y fallos durante el proceso (Escaño Gonzalez, et al., 2019).

Respecto a los sistemas de fabricación operativos y automatizados es indispensable reconocer que, como todo proceso, cuentan con entradas, su respectivo proceso de transformación y salidas. Para el caso de los sistemas automatizados algunas de las entradas más importantes son la pre configuración del sistema, los materiales que ingresan y serán transformados, las posibles decisiones o perturbaciones que puedan ocurrir al interior del sistema y finalmente las salidas ya sean productos y/o desechos (Garcia, 1999).

Respecto a las funciones del sistema automatizado encargado de controlar, éste gestiona tanto salidas como entradas, toda la operativa lógica (binaria) del dispositivo y sus preconfiguraciones, el tratamiento asociado a funciones de seguridad, validación o control de calidad y todo lo referente a gestión de mantenimiento, fallos e incluso cálculos de optimización o posibles mejoras que se puedan realizar a una actividad programada (Garcia, 1999).

2.1.2. Sensórica

Cuando hablamos de sensores, nos referimos a dispositivos que conectan la realidad física con redes virtuales. En este sentido, se enfocan principalmente en el desarrollo de funciones relacionadas con la detección de fallos y desviaciones, acciones reactivas derivadas del comportamiento del sistema, trazabilidad, seguimiento e incluso predecir el estado de equipos y flujos del proceso (Garcia, 1999). De forma más precisa, se considera como sensor a cualquier medio físico que pueda aportar información a un sistema digital, desde una simple etiqueta con un sensor de RFID que permita rastrear los movimientos de un producto, hasta aquéllos que junto con el desarrollo de la inteligencia artificial pueden

lograr captar información más compleja como la predicción del estado de tráfico (Schwab, 2016).

La sensórica es entonces un elemento vital para desarrollar una fábrica inteligente que incorpora sistemas automatizados o robots, ya que dentro de éstos se localizan diversos tipos de sensores que aportan información a un sistema para la realización de actividades con rendimientos superiores al de un ser humano o brindar información para la toma de decisiones más acertada. Por esta razón, posteriormente se mencionará la información que aportarían los sensores que hacen parte de los equipos y sistemas que se plantearían como propuesta de mejora.

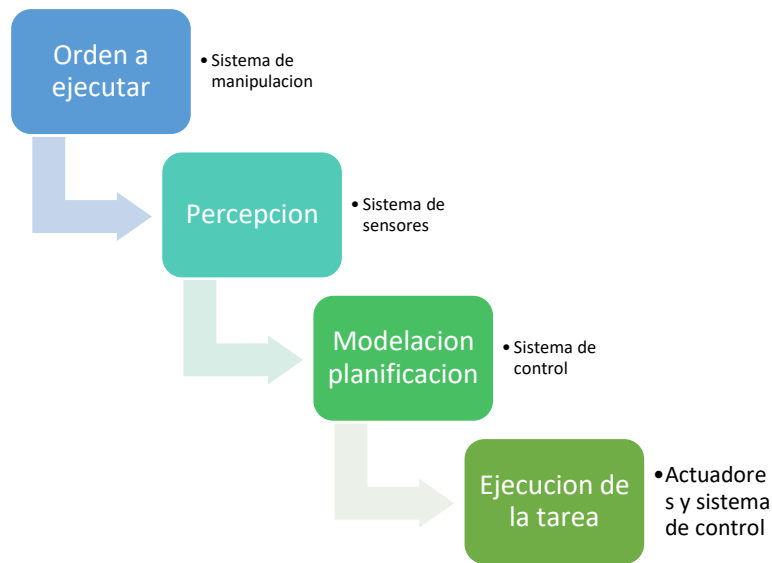
2.1.3. Robótica

Para referirnos a la robótica primero hay que distinguir entre el alcance del término respecto a la automatización. Si bien el primero debe incorporar al segundo, se debe entender que un robot es capaz de realizar múltiples funciones con un mayor grado de complejidad. No obstante, hay que señalar que un sistema automatizado como tal puede ser tan simple como un equipo de alimentación o dosificación, mientras que un robot puede ser tan complejo como un brazo mecánico capaz de realizar intervenciones quirúrgicas.

Cuando se incorporan robots en un proceso que cuenta con una base y flujo de conocimientos fuertes, los resultados serán positivos y fácilmente evidenciables ya que la posibilidad de dar respuesta a las nuevas tendencias de mercado es mayor (Martínez, 2018). Algunas de estas tendencias se orientan hacia las fábricas y en general las empresas que reducen sus tiempos de respuesta y tiempos de producción incluyendo mayor flexibilidad y capacidad de configuración en los productos (Deloitte Insights, 2020). Esto igualmente impulsa la capacidad de reducir los tamaños de serie brindando a sus clientes mayor valor agregado y atención más personalizada. Sin embargo, para incorporar un robot a un sistema productivo es importante analizar sus entradas y salidas ya que, el robot puede generar incrementos considerables en ambos y por lo tanto generar posibles desperdicios por el no aprovechamiento del robot, ya que tanto el proceso que abastece como el subsiguiente no lograsen dar respuesta a la capacidad del robot (Gobierno de España - Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015).

El funcionamiento de un robot se podría subdividir en cuatro partes, un sistema de control o nervioso, los sensores, el sistema operativo o actuadores y el sistema de manipulación o locomoción, estas se podrían manifestar en una secuencia lógica como se muestra en la siguiente ilustración 2-1.

Ilustración 2-1. Funcionamiento de un robot.



Fuente: (Garcia, 1999).

Los robots pueden ser categorizados en dos tipos, los clásicos y los BEAM (Biology electronics aesthetics mechanics). Los primeros funcionan bajo la integración de microprocesadores que responden a la información que recopilan sus sensores junto con la programación y memoria que cuentan sus componentes, estos actuarían de una forma similar a la que actúan las redes neuronales y el sistema nervioso humano. Por otro lado, los robots tipo BEAM están contruidos con componentes analógicos que de acuerdo con su estructura ya incorporan la programación necesaria para desempeñar una actividad repetitiva, este tipo de estructura acorta la funcionalidad de los robots a actividades muy específicas (Angulo Usateguie, et al., 2005).

2.1.4. Transformación digital

Con el auge y la evolución de las tecnologías de la información, asimismo se expanden los niveles de digitalización presentes en la actividad humana. En el caso concreto de la industria es una carrera por lograr la sostenibilidad y poder competir en un mundo globalizado donde pasar del mundo físico a uno digital se vuelve cada vez más una necesidad en vez de una opción. Esto debido a que la digitalización de información y procesos, permite a las empresas incrementar su productividad, conseguir flexibilidad y mejorar la disponibilidad y seguridad de la información (Bedoya Olarte, 2019), en este sentido algunas aplicaciones de la transformación digital son:

- Impresión 3D / fabricación aditiva
- Cloud computing
- Internet de las cosas o IoT
- Big data
- Block chain
- Realidad virtual y realidad aumentada
- Inteligencia artificial

Todos estos términos están acuñados dentro de la famosa industria 4.0, sin duda alguna, el alcance de cada una de estas tecnologías está fuertemente ligada al desarrollo de la industria en general y sus aplicaciones varían de acuerdo con el uso que tengan. En el caso de la empresa caso de estudio, se estudiarán propuestas enfocadas en la fabricación aditiva y el cloud computing. Por este motivo a continuación se hace mención a estos términos.

Fabricación aditiva

La fabricación aditiva es la tecnología que ha logrado que un equipo o herramienta pueda agregar valor a un producto a través de la aplicación o adición de capas de un material en forma geométrica y pre configurada, a esto se le conoce también como impresión 3D. Se trata de una tecnología cada vez más usada en diferentes industrias, ya que brinda muchas ventajas tanto en flexibilidad del diseño como en la creación de diferentes productos, además de esto, la fabricación aditiva también promete una sustancial reducción en los tiempos de fabricación además de que se reducen costes. Estos beneficios brindan al negocio una orientación total hacia el cliente, quienes buscan un mayor grado de personalización (Shahrubudin, et al., 2019).

Aunque la fabricación aditiva esté más ligada a ciertos tipos de industrias o sectores como el médico, aeronáutico y el automotriz, donde las aplicaciones logran añadir gran valor a los productos, no se puede descartar al sector textil que en su evolución busca mayor capacidad y flexibilidad tanto para producir como para diseñar y la rapidez de transición entre ambas fases. Hoy en día se ven aplicaciones prácticas y ambiciosas, desde la fabricación de joyería hasta la confección de vestidos y trajes, aunque se ven limitadas por el tipo de materiales, así como el desarrollo de software (Cotec, 2011). Actualmente la empresa analizada hace uso de fabricación aditiva puntualmente en su etapa de bordado.

Cloud computing

Las empresas colombianas se encuentran en una etapa de transformación digital y en la búsqueda de competitividad, sin duda alguna, el cloud computing y el uso de las tecnologías informáticas apoyan la consecución de dicho objetivo, ya que logran flexibilizar sus medios y recursos a la vez que aportan mayor disponibilidad y confiabilidad en los procesos que se integran a estas tecnologías, que tras un tiempo de haberse implementado junto con estrategias adecuadas, muestran reducción en costes (Hybrid IT, 2020).

En la actualidad se pueden distinguir tres tipos de modelos de cloud computing, las PaaS o “*platform as a service*” que son plataformas que comprenden diferentes aplicaciones y software que pueden ser usados integralmente por varios usuarios. Este tipo se distingue porque los usuarios carecen o no tienen control sobre los sistemas operativos y algunos de ejemplos de este modelo son Google apps o Windows azure. Por otro lado, están las IaaS o “*infrastructure as a service*”, que se encargan de poner a disposición del usuario entornos virtuales donde pueden convertir recursos físicos (servidores) en entornos virtuales y son los mismos usuarios quienes realizan el mantenimiento y operativa del entorno creado. Ejemplos de esto son Dropbox o Amazon web service. Finalmente se encuentran los SaaS o “*software as a service*” donde el proveedor del servicio se encarga del mantenimiento y del funcionamiento operativo del sistema. Dentro de este campo encontramos todo tipo de software, desde Gmail a aplicaciones descargables e incluso los mismos ERP o CRM (Yousef, 2011).

El proceso de cambio en la transformación digital

Finalmente, habrá que tener en cuenta que la transformación digital en una empresa es un proceso de cambio de alta incidencia en los empleados. Por ello, junto con el cambio de tecnologías, han de integrarse aptitudes y actitudes por parte del colaborador que generen sinergias con los cambios y promueva la adaptación necesaria para lograr el buen funcionamiento del nuevo sistema. Es primordial reconocer a la transformación digital como una oportunidad ya que en entornos con una alta volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad (VUCA) es indispensable que el desarrollo de la empresa se haga desde la gestión del personal para que los proyectos de cambio sean impulsados tanto desde la base operativa como la dirección, de esta forma la información y su flujo será continuo y tendrá un alto impacto para tomar decisiones antes, durante y después de la ejecución de proyectos de esta índole (Soldevila, 2019).

2.2. REINGENIERÍA

Llamamos reingeniería a aquel camino por el cual transita una organización que como último fin busca mejorar sus resultados desde la transformación radical de los recursos usados por sus procesos. En este caso haciendo referencia a (Hammer & Champy, 1994), la reingeniería debe ser considerada como un nuevo comienzo y no debe pasar por la realización de cambios mínimos o incrementales, frente a esta cuestión surgen preguntas como: Si yo fuese a crear o desarrollar una nueva empresa o proceso y basándome en conocimientos e información actualizada, ¿qué tipo tecnologías y recursos querría y podría implementar en dicha empresa o proceso?

Como es evidente, para lograr el objetivo de la reingeniería se debe recurrir a desarrollos tecnológicos novedosos o recientes. Por ello se hace necesario como parte de un proceso de reingeniería identificar desde la investigación aquéllas mejores prácticas en el mercado y que de acuerdo con un análisis de viabilidad se seleccionen las más adecuadas en términos de necesidades, costes y expectativas.

Es igualmente clave para esta metodología de mejora de procesos preguntarse ¿Cómo aborda una empresa el rediseño de sus procesos? ¿Por dónde se debe empezar? ¿Quiénes y cómo deben apoyar este proceso de reingeniería? ¿De dónde y cómo se identifican las ideas que resultarán en un cambio radical? Cuestiones que serán tenidas en cuenta para desarrollar el informe. (Hammer & Champy, 1994).

Como parte de la evaluación, se deben identificar desde el camino de la reingeniería aquellas debilidades y oportunidades que están inmersas dentro del proceso productivo que será analizado y así determinar cuáles son las fuentes de mejora que se pueden aplicar. El logro de este objetivo está basado en el análisis previo de información básica como los diagramas de flujos del proceso, el tipo de equipos y máquinas que se utilizan y sus reportes relacionados con estado y reparaciones, la productividad por etapa de proceso y otras cuestiones asociadas al recurso humano y la forma en que realizan las operaciones y sus resultados en términos de costes.

3. METODOLOGÍA

La información para el desarrollo de este informe proviene de dos fuentes, una teórica y conceptual equivalente a los términos descritos en el marco teórico y que serán constantemente referenciados en el informe. Por otro lado, una vez solicitada y obtenida la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de Cantabria (ver anexo 1), se procede a

usar información proveniente de la empresa caso de estudio con el fin de hacer la evaluación de implementación de mejoras de proceso basadas en un caso real.

El informe está construido por apartados de manera lógica, de tal forma que el proceso de evaluación resulte de un análisis previo del caso para que posteriormente se pueda investigar, desde diferentes fuentes, posibles propuestas de mejoras que en una etapa posterior serán analizadas en términos de costes, productividad, medios de financiación y rentabilidad, con el fin último de evaluar la factibilidad y viabilidad de la realización de un proyecto real de implementación.

A continuación, se describe en un esquema la metodología que será usada:

Ilustración 3-1. Metodología para realizar el informe.



Fuente: elaboración propia.

Como se trata de un informe realizado para una empresa colombiana desde un programa de maestría de una institución educativa europea, se incluirán cifras expresadas tanto en pesos colombianos (COP) como en euros (EUR), para lo cual se utilizará una tasa de cambio equivalente a 1 EUR por 4.050 COP; en el caso de que sea necesario expresar una cifra desde dólares americanos (USD) a euros, se utilizará un factor de 1 EUR por 1,1 USD.

3.1. MODELO PARA ANÁLISIS DE ENTORNO EXTERNO E INTERNO

Para realizar el análisis de entorno se requiere la utilización de un modelo adecuado para entender las fuerzas que actúan y ejercen como factor de oportunidad, amenaza, debilidad y fortaleza. La finalidad del análisis es que, habiendo caracterizado ambos entornos, interno y externo, se pueda dar una visión global del posicionamiento estratégico de la compañía.

Para el análisis externo se hará un acercamiento al modelo PEST, del cual fueron precursores los teóricos Liam Fahey y V. K. Narayanan. Para esto se consideró importante extraer del modelo el análisis de tres factores (económicos, sociales y tecnológicos) (Betancourt, 2018). Adicional a estas categorías se incluyó otra relacionada con la competitividad que, aunque esté distante del análisis completo de las fuerzas competitivas expuestas por Michael Porter, se aproxima a la realidad del sector en el que se encuentra la empresa.

Para el análisis interno se crearon cinco categorías con base en la información que aporta la empresa y se dividen en sostenibilidad, imagen de marca y competitividad, nivel de productividad, innovación y desarrollo, uso de tecnologías informáticas y recursos humanos y clima laboral.

Cada una de las categorías tanto para análisis externo como interno será evaluada con una calificación usando una ponderación de 1-5 donde 1 significa que la dimensión analizada es muy negativa para el negocio y en el caso de 5 sería muy positiva.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

Como se mencionó en el apartado de introducción, la empresa caso de estudio Protejer está ubicada en Colombia y fue fundada en 1961.

En la siguiente tabla se aportan algunos datos de la empresa para ver aspectos como su modelo de negocio, productos y otros hitos relevantes:

Tabla 4-1. Información general sobre la empresa caso de estudio.

INFORMACIÓN GENERAL SOBRE PROTEJER
Entidad sin ánimo de lucro cuyo fin es la transformación social de su zona de influencia a través de la educación y el empleo.
Se considera una obra social autosostenible gracias al funcionamiento sus talleres de confección (caso de estudio), los programas educativos propios y con aliados y sus talleres industriales (montajes, mecanizado industrial, carpintería metálica y madera, pintura y estructura vehicular y fundiciones).
Certificados en norma de calidad ISO 9001.
Capacidad superior a 80.000 unidades mensuales.
Sus talleres de confecciones producen prendas e indumentaria para seis líneas: industrial, high visibility, casual, medical, servicios y tech.
Sus productos visten y protegen a más de 130 clientes (multinacionales, grupos empresariales y grandes empresas) nacionales e internacionales.
Cuentan con más 350 equipos electrónicos de alta tecnología.
En el 2015 se incorporó una extendedora automatizada, además desde esa fecha se han incorporado equipos que han aumentado la capacidad de unidades producidas.
En 2019 se logró un incremento de producción del 6% debido a la adecuación del área de terminado incorporando equipos de aire acondicionado, mejora en la iluminación y otras mejoras como el acceso con control biométrico y campañas de seguridad laboral se redujo el ausentismo en un 50%.
Los talleres de confecciones generaron ingresos en 2019 por 16.390 millones de pesos frente al total ingresado por la compañía de 21.005 millones de pesos (aproximadamente 4,1 y 5,25 millones de euros respectivamente).

Fuente: (Protejer.com, 2020)

La línea de negocio de confecciones será la estudiada en este informe y es la principal fuente de ingresos de la empresa, por más de veinte años y desde tiempo atrás dicho proceso ha tenido cambios paulatinos debido a la creciente demanda del mercado.

Ilustración 4-1. Taller de confecciones de Protejer.



Fuente: (Protejer.com, 2020)

Como se muestra en la tabla 4-1, Protejer ha dispuesto de capital de inversión para mejorar sus procesos, principalmente sus talleres de confección que hoy en día son altamente competitivos a nivel país y en la región. Por estos motivos se plantean la posibilidad de realizar nuevas inversiones que mejoren la efectividad de sus procesos y con el fin de entender cuáles son aquellos procesos que lo requieran, se analizarán algunas cuestiones importantes sobre su operación en el siguiente apartado.

Ilustración 4-2. Líneas de productos de confecciones Protejer.



Fuente: (Protejer.com, 2020)

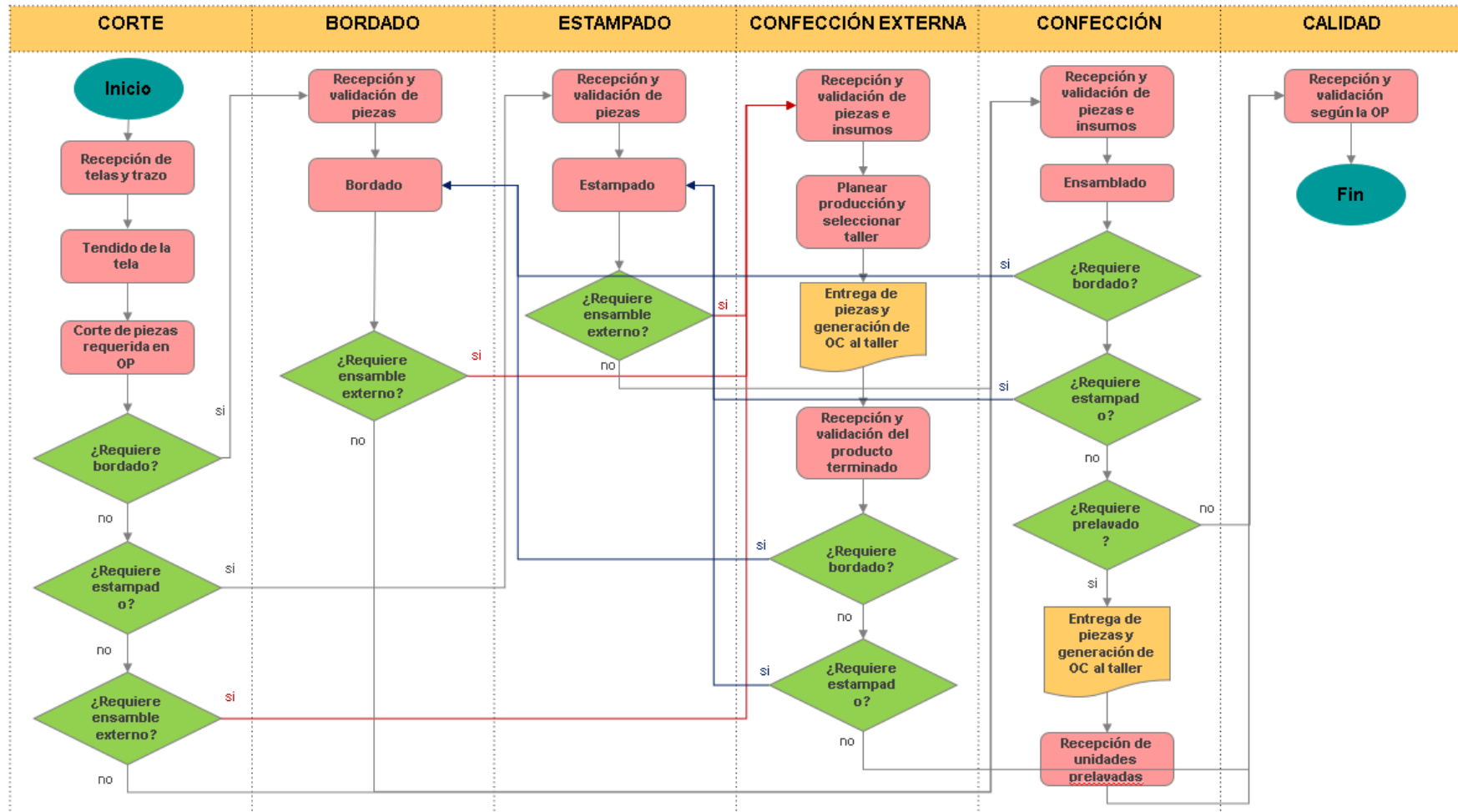
4.1. FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS

La información que se muestra en la ilustración que sigue es aportada por la empresa y corresponde con la realidad actual de cómo operan los talleres de confecciones y cómo se

distribuyen las etapas de producción. En este caso, el diagrama de flujo de proceso inicia desde la etapa de corte y termina en una etapa de inspección y calidad.

Es importante resaltar que previo al corte existen otras dos etapas primordiales para el desempeño de la producción y confección, estas etapas son: 1) la ingeniería de producto, donde se determinan todos los materiales y cantidades a utilizar basados en los pedidos de clientes, además de la ruta de operaciones, 2) el diseño y trazo, en esta segunda etapa se realiza el cálculo de consumos de materiales con el fin de reducir los desperdicios, para lograrlo esta etapa previa utiliza una aplicación que realiza los trazos o moldes que serán usados en corte de tal forma que se optimice el consumo de tela.

Ilustración 4-3. Diagrama de flujo de proceso de confecciones.



Fuente: Protejer, 2020.

4.1.1. Etapa de corte

El proceso de confección inicia en la etapa de corte con la recepción de telas y trazos para que posteriormente se realice el extendido de las telas, esta actividad se hace actualmente con un equipo automatizado, una extendedora programable como se muestra en la ilustración abajo y que mejora la precisión en la cantidad de tela a utilizar además de la rapidez con que realiza su función.

Debido a que éste es el inicio de la confección, se considera una etapa crítica del proceso, ya que una falla en ésta resultaría en atrasos generales en las órdenes de producción. Aunque la incorporación de la extendedora automática aumentó el rendimiento de esta etapa, la actividad de corte que le sigue al extendido se hace de manera manual por varios operarios siguiendo los trazos que recibieron, por lo tanto, se identifica esta primera etapa como una de las que posiblemente se puedan intervenir desde la integración de equipos automatizados o robots que hagan las operaciones con mayor rapidez, precisión y que logren reducir desperdicios de tela.

Ilustración 4-4. Extendedora de tela automática.



Fuente: Protejer, 2020.

4.1.2. Etapa de bordado

Luego del corte, tal como se ve en el diagrama de flujo, continúa la etapa de bordado que se realiza con el uso de dos robots programables con capacidad para que cada uno haga seis bordados simultáneos, pero con el mismo diseño por robot. Este diseño se puede programar desde la computadora, la cual permite visualizar el estado y avance del bordado.

Como se muestra en la ilustración 4-5, estos robots disponen de alta tecnología y hacen que la operación de bordado se realice de forma autónoma y que sólo requiera de la supervisión por parte de un operario. Este equipo funciona como fabricación aditiva ya que el bordado como tal funciona con la aplicación de capas de tela hasta formar una figura geométrica de relieve y que opera como un dispositivo de impresión 3D.

Como se puede evidenciar, la empresa ha apostado por la integración de tecnologías de última generación para impulsar su crecimiento orgánico en ventas y los requisitos cada vez más exigentes del cliente. Esto ha supuesto para Protejer una ventaja competitiva respecto a la competencia a nivel local y regional, ya que las operaciones de bordado y en general las confecciones en Colombia se realizan manualmente y con tecnología básica.

Ilustración 4-5. Robot bordador de seis cabezas.



Fuente: Protejer, 2020.

4.1.3. Etapa de estampado

En la etapa de estampado se realizan impresiones de acuerdo con pedidos lo requieran. Para desarrollar esta tarea la empresa dispone de dos equipos de serigrafía, uno manual tipo pulpo de seis estaciones y otra termo fijadora. En el caso del pulpo se pueden estampar en simultáneo hasta seis prendas, por el contrario, la termo fijadora sólo permite el estampado de una prenda. Esta etapa no tiene un flujo continuo ya que existen pedidos que no requieren estampado, sin embargo, cuando hay pedidos de gran volumen que sí lo requieren puede ser necesario operar con un esquema de horas extras o subcontratación para cumplir con la programación.

Ilustración 4-6. Pulpo de seis cabezas en estampado.



Fuente: Protejer, 2020.

Como se muestra en la ilustración 4-6, se trata de una estación manual y antigua, aunque funcional para las necesidades del proceso; con el fin de valorar la posibilidad de mejorar el rendimiento de esta etapa del proceso se evaluará la posibilidad de incorporar un equipo moderno y programable.

4.1.4. Etapa de confección o ensamble

Para efectos de los objetivos del presente estudio sólo será estudiada la etapa de confección interna propiedad de la empresa. Por tanto, no se integran dentro del estudio los talleres de confección externos que se pueden ver como una etapa de proceso en el diagrama de flujo.

Esta etapa corresponde con un proceso manual y se encarga del ensamble total de las piezas que anteriormente fueron cortadas y que serán entregadas posteriormente como producto final. Resulta importante entender las limitaciones que existen en este tipo de procesos, derivadas de la gran variedad de líneas de productos, sus múltiples referencias y los requerimientos particulares de cada cliente. Estas razones limitan al proceso para que se siga operando de manera manual, ya que en la actualidad no existen equipos totalmente automatizados al alcance de la empresa que puedan ensamblar y confeccionar por completo un elemento como una camisa o un pantalón incluyendo bolsillos, cierre, botones, etc.

La etapa de confecciones o ensamble cuenta con la mayor cantidad de operarios ya que es en este proceso donde se realizan la mayor cantidad de operaciones. A modo de ejemplo, la tabla 3 muestra el flujo de actividades para una referencia como la camisa lancero:

Tabla 4-2. Flujo de actividades en confección para referencia Camisa Lancero.

#	Actividad	Tiempo (s)
1	Encarterar	49.60
2	Asentar cartera y hacer cuadro	33.63
3	Unir apliques	15.69
4	Pegar apliques	27.86
5	Espalda	37.20
6	Filetear guata	32.38
7	Pegar guata y asentar rombos x6	75.37
8	Dobladillar colas	48.40
9	Dobladillar camisa	36.14
10	Pegar cuello	55.81
11	Asentar cuello(marquilla)	44.65
12	Cartera	11.97
13	Dobladillar tirilla	22.79
14	Unir cuello	22.11
15	Voltear cuello	8.45
16	Pespuntar cuello	14.15
17	Unir cuello (sándwich)	28.83
18	Recortar cuello (sándwich)	11.20

19	Unir después de recortar	9.05
20	Pespuntar cuello (sándwich)	22.09
21	Hacer tapas bolsillos	18.68
22	Voltear tapas bolsillos	14.13
23	Pespuntar tapa	12.50
24	Pegar tapa bolsillo (x2) + porta lapicero	37.04
25	Pegar bolsillos en frente (x2)	44.09
26	Pegar mangas (ml)	51.52
27	Pespuntar mangas (ml)	39.79
28	Dobladillar puños	5.39
29	Pegar puños	37.97
30	Asentar puños	43.49
31	Sesgar manga	21.40
32	Recortar mangas	9.22
33	Marcar para botonar x1	17.47
34	Hacer ojales x9	36.98
35	Botonar x9	56.01
36	Voltear camisa	21.53
Total		1074.57

Fuente: Protejer, 2020.

Como se observa en la tabla 4-2, la confección para la referencia camisa lancero está compuesta por 36 actividades, que en su mayoría se realizan en diferentes estaciones de trabajo y que funcionan en línea de tal forma que se van ensamblando partes en cada estación hasta llegar al producto que en una actividad posterior será pulido y entregado a Calidad para verificación y su posterior empaque.

4.2. TECNOLOGÍAS, EQUIPOS Y MAQUINAS DISPONIBLES EN LA PLANTA

Actualmente la empresa dispone de un modelo de negocio rentable que le ha permitido reinvertir parte los ingresos que genera en cada ejercicio, tanto en el ámbito social por tratarse de una entidad sin ánimo de lucro (mejora de infraestructura y servicios asociados para programas educativos y de bienestar) como en el ámbito de competitividad (mejora de sus talleres de confecciones e industriales).

Ilustración 4-7. Dispositivo de control de asistencia por reconocimiento facial.



Fuente: Protejer, 2020.

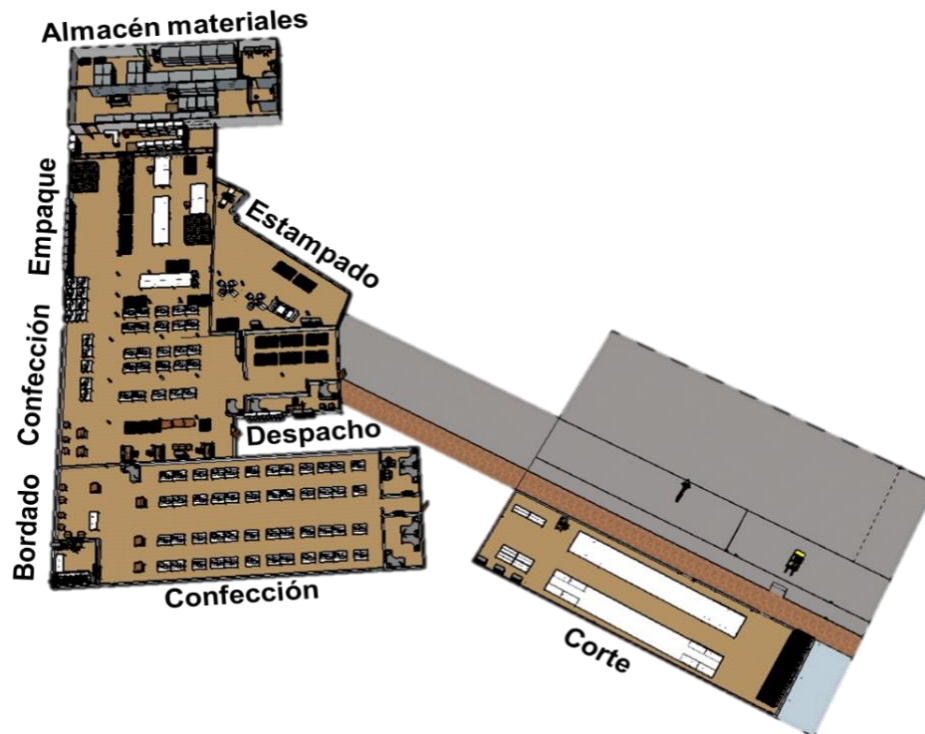
En el punto anterior ya se mencionaban características de los equipos disponibles en la planta de confecciones de Protejer y se pudo evidenciar que existe una combinación entre equipos manuales, semi manuales, automatizados y robots. Esta combinación de elementos puede resultar en una alta variación de capacidades de producción, es decir, actualmente hay actividades que pueden ser catalogadas como cuellos de botella o que requieren continuamente la realización de horas extra o que se deban tercerizar/subcontratar para cumplir con la programación dado que en el caso contrario habrá equipos que no se estén aprovechando. Por lo tanto, existe la oportunidad de incrementar la capacidad instalada en planta de algunas etapas de proceso para atender la demanda y disminuir la subcontratación.

En el anexo 2 al final del documento se muestra una tabla que incluye información relacionada con los equipos usados actualmente en el proceso de confecciones de la empresa, en éste se muestra como la mayoría de los equipos han sido adquiridos en los últimos ocho y seis años y se podrían catalogar como adecuados para cada operación.

4.3. LAYOUT O DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PRODUCTIVA

En este apartado se muestra la distribución actual de la planta de confecciones de Protejer y como se observa en la siguiente ilustración, se han marcado las zonas correspondientes a los diferentes procesos que ya se han mencionado antes.

Ilustración 4-8. Layout de la planta de confección.



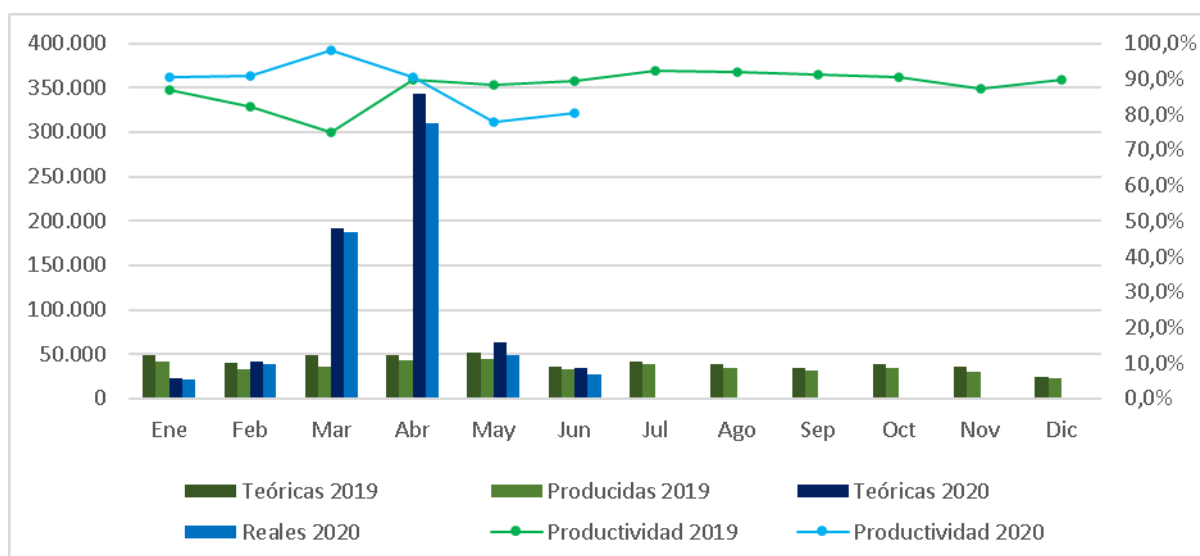
Fuente: Protejer, 2020.

Como primera medida se debe reconocer y según lo ha expresado la empresa, que esta distribución es la adecuada de acuerdo a cómo se fueron instalando los módulos con el tiempo y sus instalaciones eléctricas desde un inicio hace más de veinte años, aunque su secuencia espacial no corresponda con la más lógica y donde se realicen la menor cantidad de traslados. Se han presentado propuestas de inversión para ampliar el espacio de la planta, pero se han descartado en diferentes momentos, por lo tanto, este apartado será de carácter informativo.

4.4. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN GLOBAL

Este apartado se enfocará prácticamente en el análisis de presupuestos basados en las ventas a lo que se denominarán como unidades teóricas contra las cantidades producidas en cada mes a lo que denominaremos unidades producidas y que al ser comparadas entre sí se constituirán como la productividad de cada etapa. Dicha medición es usada en los procesos de confecciones para identificar a tiempo posibles desviaciones que propicien el incumplimiento de programación de la producción.

Gráfico 4-1. Análisis de productividad global 2019-2020.



Fuente: Protejer, 2020.

Como se puede observar en el gráfico 4-1, la productividad o eficiencia global se ha medido en términos de unidades teóricas (presupuesto de ventas) contra las producidas en su respectivo mes, para esto se analizan los datos del 2019 y 2020.

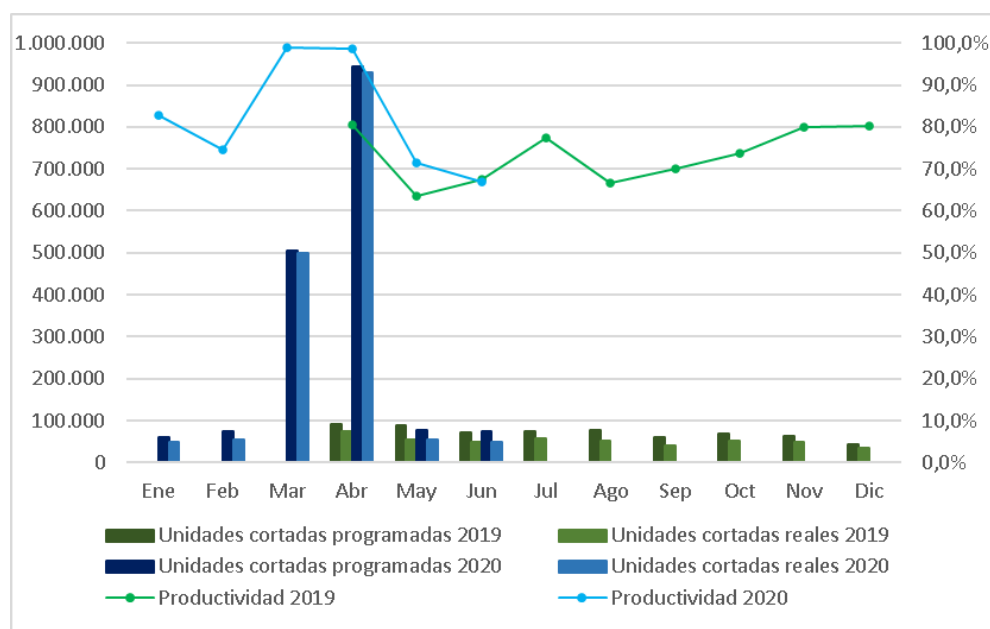
Se puede ver cómo los resultados para marzo y abril difieren entre 2019 y 2020, la diferencia puede ser hasta siete veces superior en el 2020, esto debido a un cambio en la producción derivado de la situación de emergencia por Covid-19 (se sustituyó la programación de producción para incorporar la requerida por la línea de negocio de tapabocas y atender la demanda del país). Por lo demás, se puede decir que la productividad global se ha mantenido en un nivel relativamente cercano al cumplimiento del presupuesto con un 87,5% para el 2019 y 90,9% en lo que va del 2020, esto evidencia que actualmente hay un margen importante para mejorar la productividad y posibilitar el crecimiento del negocio ya que la meta de este objetivo es un cumplimiento del 100%.

4.4.1. Rendimiento de la etapa de corte

En la etapa de corte, la productividad se calcula con base en la cantidad de unidades cortadas en el mes contra las que estaban programadas. Dicha productividad depende en gran parte de la habilidad y disponibilidad de operarios, ya que es una actividad manual. Como se puede ver en el siguiente gráfico, la productividad del corte en el 2019 estuvo por debajo del 80%, situación que se repite en el 2020, exceptuando los meses de marzo y abril que corresponden con la atención de necesidades de tapabocas en Colombia durante la eclosión de la pandemia del Covid-19.

Como se observa en el gráfico 4-2, los niveles de productividad en esta etapa de proceso son bajos y ocasionalmente llevan a roturas en la programación de la producción y atrasos en las entregas a clientes. Esto sucede porque, al tratarse de la primera actividad de todo el proceso, cualquier desviación genera hacia adelante un desfase en la planificación de la producción y se debe resolver usando la tercerización de producción.

Gráfico 4-2. Análisis de productividad etapa de corte 2019-2020.



Fuente: Protejer, 2020.

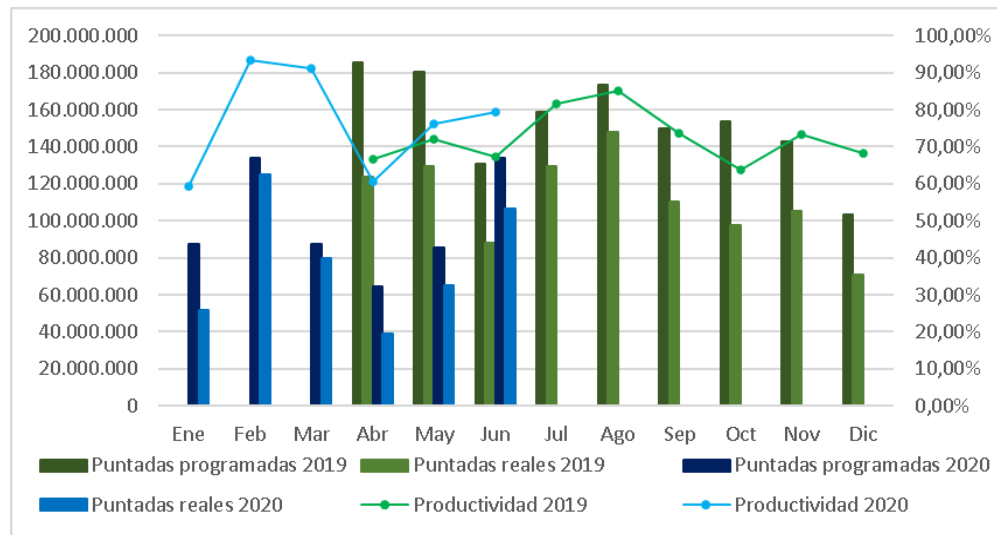
Es importante mencionar que durante el 2019 fue necesario implementar por primera vez la tercerización parcial del proceso de corte y se llegaron a cortar externamente 101.505 piezas. En la mayoría de los casos junto con el corte también fue realizada la confección y ensamble de las piezas en el mismo taller externo con el fin de optimizar el coste de transporte.

4.4.2. Rendimiento de la etapa de bordado

La etapa de bordado cuenta, como se mencionó, con robots capaces de realizar la operación de manera totalmente autónoma, aunque es necesaria la supervisión de un operario para que se realice el alistamiento y cambio de prendas cada vez que estos robots terminen la operación en el total de las seis prendas que ocupan la capacidad total del equipo.

La forma en que operan estos robots requiere de la disponibilidad total de un operario, aunque normalmente esto no sucede debido a que las personas que apoyan la labor de bordado eventualmente realizan funciones de otras etapas del proceso (respuesta a urgencias), esto conlleva a que finalmente se vea afectada la productividad de la etapa de bordado como se puede ver en el gráfico 4-3, cabe mencionar que no se cuenta con información sobre el primer trimestre del 2019, para dicho momento la empresa no recolectaba información de los robots para hacer mediciones.

Gráfico 4-3. Análisis de productividad bordado 2019-2020.



Fuente: Protejer, 2020.

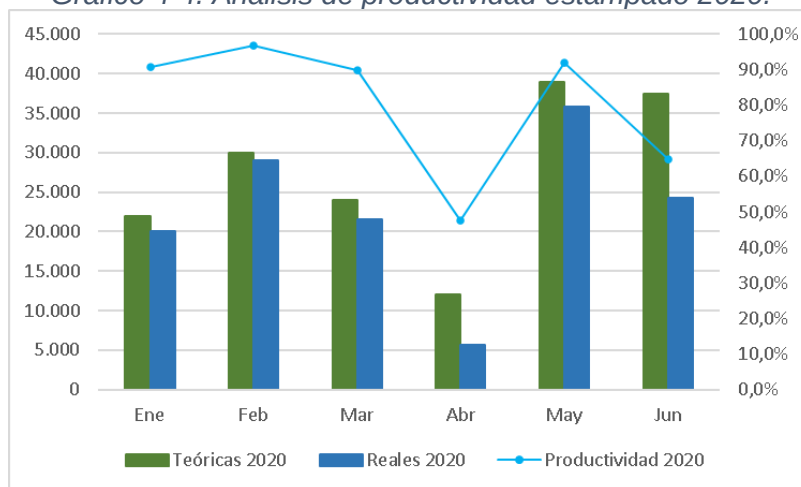
En el caso de bordado la empresa ha realizado seguimiento a planes de acción que han sido diseñados con el fin de mejorar la productividad acumulada de esta etapa cuyo logro fue un aumento desde un 72,7% en 2019 a un 78,9% hasta junio de 2020. Sin duda alguna, sigue existiendo una alta posibilidad de mejorar en este proceso, cuyo problema pasa principalmente por la disponibilidad completa de un operario o de la entrega oportuna de prendas que provienen de confecciones para que sean bordadas.

En esta etapa también se recurre a la tercerización y puntualmente en 2018 se contrató externamente este servicio para un total de 15.868 unidades frente a las 83.507 que se realizaron en talleres externos en el 2019, lo que significó un crecimiento del 423,4% en la contratación de este servicio.

4.4.3. Rendimiento de la etapa de estampado

El gráfico 4-4 recoge información sobre la productividad de estampado, donde sólo se dispone de información para el 2020 debido a que recientemente se comenzaron las mediciones para este subproceso, esto debido a que se ha requerido ajustar sus tiempos de entrega y entender qué fallos llevan eventualmente a incumplimientos en la programación.

Gráfico 4-4. Análisis de productividad estampado 2020.



Fuente: Protejer, 2020.

En estampado se evidencia una productividad acumulada del 83%, la cual sugiere que la posibilidad de mejorar es alcanzable, principalmente en aquellos meses donde estuvo muy por debajo como es el caso de abril y junio.

Así como ha ocurrido con corte y bordado, para Protejer fue necesario subcontratar parte del proceso de estampado en 2018. Al cierre de dicho año se estamparon 2.452 piezas, las cuales aumentaron en un 3440,7% en el 2019, alcanzando las 86.817 unidades estampadas externamente.

4.4.4. Rendimiento de la etapa de confecciones

El rendimiento de las confecciones está descrito por el gráfico 4-1 mostrado en el comienzo de esta sección como rendimiento de producción global. En este caso es importante mencionar que en el 2018 fue necesario subcontratar la confección y ensamble de 218.562 piezas con talleres externos, comparado con las 246.292 piezas que se confeccionaron externamente en el 2019 se observa un crecimiento del 12,7%.

La subcontratación del proceso de confección tiene sus inicios hace más de 10 años y que en el último año haya crecido sólo un 12,7% demuestra que el crecimiento de la operación de Protejer requiere de optimización en el corto o medio plazo para afrontar las necesidades del mercado.

4.5. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS

Actualmente la compañía cuenta con el ERP Siesa que sustenta gran parte de sus procesos, logrando así la informatización y digitalización de una parte de sus actividades; este ERP lleva en funcionamiento más de cinco años.

Por otro lado, la compañía cuenta con plantillas de Excel para el control y seguimiento diario de sus actividades, esto ocurre principalmente en los procesos relacionados con confecciones donde cada encargado y líder ha desarrollado sus plantillas de Excel para que se incorporen diferentes variables de cada subproceso, toda esta información reposa actualmente en los discos duros de cada encargado y en muy pocos casos se comparte la

información relacionada con otros procesos como ventas y compras o dentro de la misma área de forma virtual desde la aplicación Google drive.

La práctica para hacer uso de cloud computing no se ha extendido entre los procesos y son muy pocos los elementos que se están almacenando y gestionando en un entorno virtual.

4.6. PLANTILLA OPERATIVA ACTUAL

Usualmente la integración de tecnológicas automatizadas en los procesos industriales conlleva cambios en la plantilla de personal operativo. Por esta razón se presenta la tabla 4 con la distribución de personal en cada una de las etapas previamente analizadas.

Tabla 4-3. Plantilla de personal operativa actual.

Etapas	Actividad	Numero de personas por turno			
		6am - 2pm	2pm - 10pm	7am - 5pm	Total
Corte	Corte	9	9	2	20
Bordado	Bordado	1	1	-	2
Estampado	Estampado	2	2	-	4
Confección	Ensamble	44	42	-	86
	Terminación	6	5	5	16
Total					128

Fuente: Protejer, 2020.

Como se observa en la tabla 4-3, el personal está distribuido en tres turnos y suman un total de 128 colaboradores los cuales se concentran en la etapa de confección. Esta configuración tendrá variantes que serán analizadas en el apartado de propuestas de mejora.

Respecto al tercer turno 7am – 5pm que corresponde con el horario administrativo. Se usa para que los operarios que se programan en ese horario sirvan como un puente entre el turno de 6am – 2pm y el de 2pm – 10pm. El horario de estas personas contempla 30 minutos de break y por convenio empresarial laboran una hora y media adicional para no asistir los sábados.

5. ANÁLISIS DAFO

El análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades se realiza con el fin de detectar cuáles pueden ser las fuentes de mejora para el proceso de confección y razonar si su implementación corresponde con una necesidad real de mercado. Por este motivo serán analizados tanto el entorno interno como externo, incluyendo la situación actual del sector en el país, para así poder constatar si actualmente y tras la posible implementación de mejoras, Protejer se puede considerar como una empresa competitiva y sostenible.

5.1. ANÁLISIS EXTERNO

En esta sección se analizarán variables específicas y generales del entorno externo de la empresa y que estén relacionadas directamente con el proceso de confección. Particularmente se hará referencia a indicadores obtenidos desde fuentes gubernamentales y de entidades reconocidas internacionales y de Colombia.

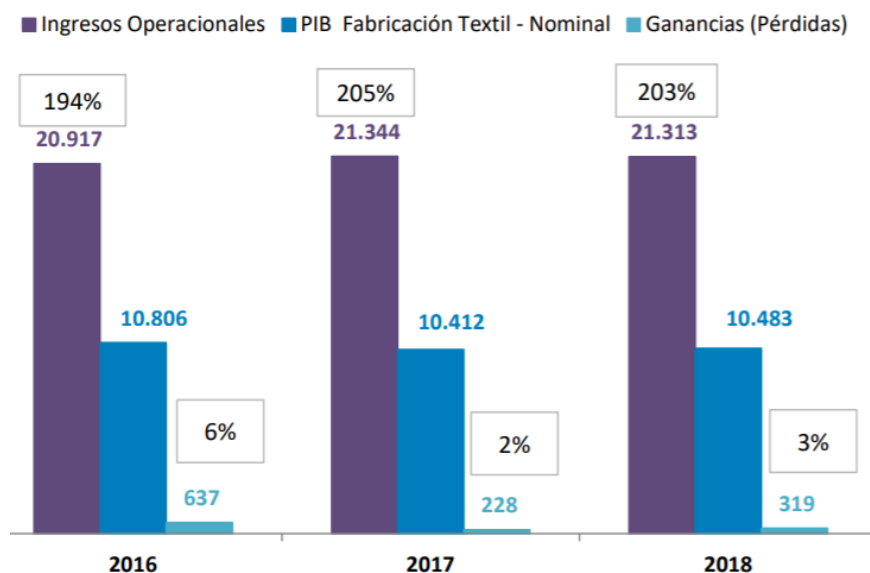
5.1.1. Dimensión económica

Debido a la situación de emergencia actual por el Covid-19, se espera una recesión económica a nivel global, donde se anuncia que el PIB se reduzca hasta un 5,2%, lo que convertiría a la actual situación como la peor recesión económica desde la segunda guerra mundial, con un efecto superior (se prevé una contracción del 7,2%) en América latina y el Caribe (bancomundial, 2020). Si analizamos el caso de Colombia, el BBVA research estima que la economía del país se contraiga hasta un 7,5% y que su tasa de desempleo permanezca en niveles cercanos al 20% (BBVA Research, 2020).

Respecto al sector textil de confecciones o como lo denominan en Colombia de hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles, entre 2018 y 2019 decreció en un 2,9% respecto a cantidades producidas y un 4,1% respecto a ventas totales (respecto a las ventas nacionales, que es el principal mercado de Protejer, éstas decrecieron un 2,8%) (ANDI Colombia, 2020).

En general el sector textil en Colombia ha mostrado resultados positivos y aunque las importaciones han golpeado al sector y se ha generado un decrecimiento en producción y ventas, las empresas (principalmente las grandes) han podido generar beneficios, aunque en menores proporciones.

Gráfico 5-1. Ingresos operacionales y beneficio/perdida vs PIB nominal para una muestra de 518 empresas (miles de millones COP).



Fuente: (Superintendencia de sociedades Colombia, 2019)

De las 518 empresas que integran la muestra según el gráfico aportado por la Superintendencia de sociedades, solamente 116 empresas reportaron pérdidas tanto en 2018 como en 2017 (22,3% de la muestra) y 105 en el 2016 (20,2% de la muestra). Sus pérdidas totales suman 192, 249 y 179 miles de millones COP respectivamente (47, 61 y 44,2 millones de euros). Esto quiere decir que en líneas generales las empresas del sector

textil han tenido resultados positivos, aunque se puede decir que su nivel de beneficios totales como muestra del sector ha disminuido respecto al 2016.

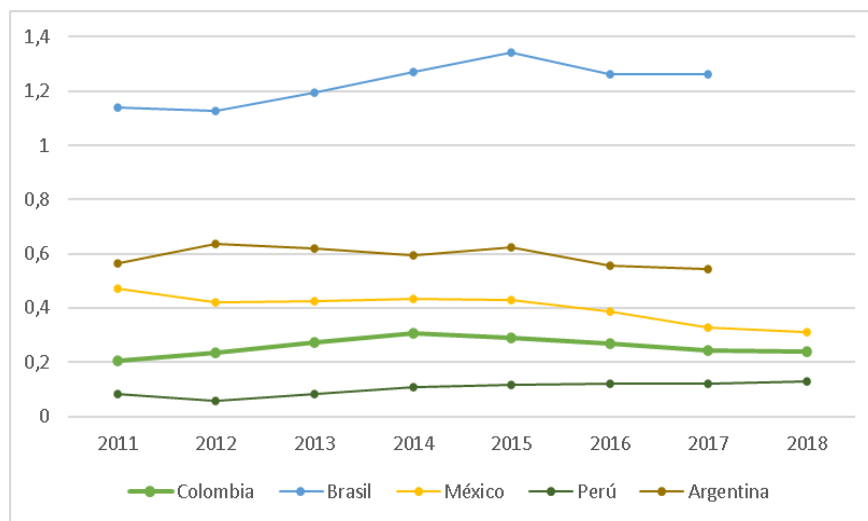
5.1.2. Dimensión tecnológica e innovación

En Colombia y en la región de América Latina se hace presente el desarrollo sostenible e innovación de la industria textil y de confecciones. Actualmente se presentan en ferias como Colombiatex nuevos productos cuya producción resulta de la utilización de combinaciones de materiales, incluso hilos, provenientes de plásticos reciclados y de los cuales destaca mucho el algodón orgánico cultivado en Colombia (Leal, 2019).

Respecto al sector textil y de confecciones principalmente de pymes, podemos enfatizar que en Colombia existe un rezago en productividad derivado del uso de tecnologías y máquinas cuyos modelos generalmente sobrepasan los 20-25 años y que provienen de países como Italia, China o Japón. Aunque algunas de las empresas líderes del país cuentan con máquinas altamente tecnificadas donde por ejemplo un robot que realiza operaciones de corte de tela puede cortar hasta 45.000 piezas por día, tradicionalmente este proceso realizado manualmente puede lograr hasta 3.000 piezas cortadas por día, sin embargo, disponer de este tipo de tecnologías es más bien un privilegio de pocos en Colombia, por esto se puede decir que el sector textil y de confección en el país necesita de modernización para así lograr mayor competitividad (Torrico Silva, 2017).

Para identificar la capacidad de innovación del sector en Colombia, se analizará cuánto capital se invierte en asuntos relacionados con la investigación, innovación y desarrollo, en este caso se presenta un gráfico con datos obtenidos del Banco Mundial, que ilustra el porcentaje destinado del PIB para I+D+i. De acuerdo con el panorama que se ve en el siguiente gráfico, se puede observar como Colombia sólo sobrepasa a Perú en el esfuerzo realizado para innovar, mientras el resto de países, a quienes se pueden considerar como competidores directos en la región, realizan mayores inversiones en este sentido.

Gráfico 5-2. Gasto en I+D+i como porcentaje del PIB por país 2011-2018.



Fuente: (Bancomundial, 2020).

Esta situación se corrobora si analizamos datos del interior del país y que se muestra en la tabla 5-1 según información aportada por la Encuesta Anual de Desarrollo e Innovación Tecnológica del sector industria manufacturera que realiza el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE).

Tabla 5-1. Numero de innovaciones llevadas a cabo por sector según encuesta de desarrollo e innovación 2017-2018.

Actividad económica	Total de empresas	Empresas innovadoras en métodos y/o técnicas empresariales	% del total	Número de innovaciones en métodos de producción y distribución; nuevos o significativamente mejorados
Confección de prendas de vestir	826	107	13,0%	102
Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles	103	16	15,5%	20
Fabricación de otros productos textiles	165	31	18,8%	33
Fabricación de papel y cartón	125	24	19,2%	43
Fabricación de otros productos elaborados de metal	359	55	15,3%	70
Fabricación de productos de plástico	567	88	15,5%	106
Fabricación de otros productos químicos n.c.p.	98	23	23,5%	32
Elaboración de otros productos alimenticios	619	101	16,3%	125
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales	187	45	24,1%	52

Fuente: (DANE Colombia, 2019).

Como se puede observar en la tabla 5-1, del total de empresas encuestadas sólo unas pocas se pueden considerar innovadoras, en el caso del sector textil y particularmente en las confecciones de prendas de vestir. Solamente se realizaron 102 innovaciones en términos de sistemas productivos o de distribución entre un total de 826 empresas encuestadas, además de ser la actividad económica menos innovadora dentro del segmento escogido que incluye actividades con mayor propensión a la innovación y otros básicos como la industrial del metal y papel y cartón que igualmente sobrepasan al de confecciones.

5.1.3. Dimensión social

Para analizar la dimensión social se va a comparar a Colombia y España respecto a algunos índices aportados por el Banco Mundial que se encuentran inmersos dentro de temas sociales y de educación.

Tabla 5-2. Índices sociales y de educación Colombia y España 2016 y 2018.

Índice	País	2016	2018
Personas desempleadas con educación avanzada (% del total de población)	Colombia	11,3	11,2
	España	11,7	8,9
Tasa de fertilidad en adolescentes (nacimientos por cada 1.000 mujeres entre 15 y 19 años de edad)	Colombia	68,0	65,5
	España	8,0	7,5
Nivel de instrucción, al menos escuela terciaria de ciclo corto finalizada, población de más de 25 años, varones (%) (acumulativo)	Colombia	18,7	19,7
	España	29,3	30,8
Nivel de instrucción, al menos escuela terciaria de ciclo corto finalizada, población de más de 25 años, mujeres (%) (acumulativo)	Colombia	21,5	22,7
	España	30,2	31,4
Nivel de instrucción, al menos nivel de licenciatura o equivalente, población de más de 25 años, varones (%) (acumulativo)	Colombia	10,5	11,1
	España	19,2	20,1
Nivel de instrucción, al menos nivel de licenciatura o equivalente, población de más de 25 años, mujeres (%) (acumulativo)	Colombia	11,3	12,3
	España	22,6	23,6
Nivel de instrucción, al menos nivel de maestría o equivalente, población de más de 25 años, total (%) (acumulativo)	Colombia	3,3	3,6
	España	12,5	12,9

Fuente: (Bancomundial.org, 2020).

Por tratarse del análisis de viabilidad de proyectos relacionados con la transformación digital es necesario conocer el grado de instrucción o nivel educativo de la población. En este caso los datos aportados en la tabla 6 nos muestran que Colombia está rezagada frente a España en la cantidad de personas mayores de 25 años que alcanzan niveles superiores al secundario ya sea terciario, licenciatura o maestría, también se puede observar cómo, en términos generales, están menos dispuestas a optar por educación superior.

Por otro lado, respecto al desempleo de personas con un nivel de educación avanzada Colombia mantiene tasas similares a las de España, pero si comparamos la dimensión social de tasa de fertilidad a temprana edad, hay una diferencia muy grande. Este factor, sumado a las condiciones sociales y oportunidades que existen en ambas regiones puede que sea un determinante que impida el desarrollo de mujeres y sus familias, quienes a corta edad deben buscar empleo para lograr el sustento necesario y finalmente desisten de la educación.

Aunque se realicen esfuerzos tanto del sector privado como público por recuperar la economía en Colombia, situaciones como la corrupción y la migración de venezolanos al país han logrado situar a Colombia como uno de los países con mayor desigualdad social del mundo y de la región (según el Banco Mundial en el 2018 Colombia solo fue superado en América como país más desigual por Brasil y Honduras). Actualmente más del 27% de la población es considerada como pobre, esto quiere decir que estas personas disponen de ingresos mensuales inferiores a los 257.433 COP (63,5 EUR) (Peláez, 2019).

5.1.4. Dimensión competitiva

Desde hace unos años, las diferentes agremiaciones del sector textil en Colombia han solicitado intervención al gobierno para afrontar la difícil situación respecto al crecimiento

desmesurado de importaciones de confecciones provenientes de Asia y principalmente desde China, ya que actualmente la industria no puede competir con sus precios por razones asociadas al coste de mano de obra, además de la alta tecnificación e industrialización de los procesos en las fábricas de China. Esta situación cada vez preocupa más al sector que actualmente emplea cerca de 1,6 millones de personas (cerca del 20% del empleo total del país) y agrupa a un poco más de 70.000 empresas. Solo en el 2018 las importaciones de productos relacionados con confecciones crecieron un 21,8% pasando de 584 millones de prendas a 675 millones, por este motivo se pide al gobierno intervención arancelaria para conservar el mercado y empleo nacional (larepublica.co, 2019).

Desde un panorama internacional, las empresas más exportadoras del sector textil confecciones se enfocan en la producción de líneas ropa del hogar y prendas para vestir, siendo más fuertes en la confección de blue jeans; la mayoría de estas exportaciones van dirigidas a Estados Unidos con un 46,6% del total y le siguen Ecuador y Perú con un 10,9% y 6,9% respectivamente (analdex.org, 2020).

Tabla 5-3. Principales exportadores de prendas de vestir entre enero y junio 2019.

NIT	Razón Social Exportador	FOB dólares
1 800206584	Comercializadora Internacional Jeans S.A.S	\$ 26,657,164
2 811044814	Sociedad De Comercializacion Internacional Girdle & Lingerie	\$ 24,053,862
3 890100783	Industrias Cannon De Colombia S.A.	\$ 21,007,844
4 890901672	Crystal S . A . S	\$ 15,571,526
5 800130149	Supertex S.A.	\$ 11,498,853
6 860001777	Industrias Inca S.A.S.	\$ 9,947,779
7 805003626	Stf Group S.A.	\$ 9,263,627
8 890312535	Spataro Napoli S.A.	\$ 3,346,049
9 800080027	Expofaro S . A . S .	\$ 3,077,457
10 860027136	Textilia S A S En Reorganizacion	\$ 2,917,605
11 860015204	Ciplas S.A.S.	\$ 2,834,241
12 900461923	C.I. Laima S.A.S.	\$ 2,654,668
13 900310573	Ci Manufacturas Model Internacional S.A.S.	\$ 2,644,006
14 890900197	Everfit S.A.	\$ 2,530,538
15 800227956	Comercializadora Internacional El Globo S.A.S.	\$ 2,298,488
16 800152825	Sociedad De Comercializacion Internacional Keracol S.A.	\$ 2,265,509
17 900342297	Comercializadora Arturo Calle S.A.S.	\$ 2,242,036
18 900708883	Vivell S.A.S.	\$ 2,226,488
19 900411781	Fajas M Y D Posquirurgicas S.A.S	\$ 2,157,079
20 900064764	Konfort Ek Sas	\$ 2,110,192

Fuente: (inexmoda.org.co, 2019)

En Colombia existe un grupo de grandes empresas que lideran al sector textil y de confecciones, algunas de estas son Fabricato, Manufacturas Eliot, Crystal, STF Group, Arturo Calle, Leonisa, Coltejer, Lafayette, Patprimo y C.I. Jeans(mincetur.gob.pe, 2019), dentro de este grupo de empresas solamente se encuentran empresas enfocadas en la

fabricación y distribución de telas y en general confeccionistas de prendas de vestir y moda lo que demuestra que en Colombia no existe una empresa líder en el sector confecciones para el trabajo.

5.1.5. Valoración del entorno externo

A continuación, se presenta una matriz donde se califica al entorno externo de Protejer con una ponderación que busca ser objetiva y basada en la información recabada.

Tabla 5-4. Análisis del perfil externo de Protejer.

Perfil externo Protejer (1 Muy negativo y 5 Muy positivo)							
Dimensiones	Factores	1	2	3	4	5	Motivos
Dimensión económica	Panorama actual			●			Se puede esperar que la recesión mundial afecte ligeramente la industria textil
	Resultados e importancia del sector				●		El sector textil de confecciones se consolida como uno de los mas importante y con resultados positivos
Dimensión tecnológica e innovación	Tecnologías usadas		●				Actualmente los manufactureros de mediano y pequeño tamaño usan tecnologías antiguas
	Vocación para la innovación y el desarrollo		●				En general empresas del sector buscan la competitividad desde otras fuentes diferentes a la innovación tecnológica
Dimensión social	Desarrollo social	●					La corrupción y migración venezolana ha agudizado la problemática social del país
	Nivel educativo		●				La mayoría de personas en el país no sobrepasan un nivel de formación secundaria y escasea la preparación hacia la era digital
Dimensión competitiva	Concentración de la industria			●			Como gremio hay líneas de actividades económicas que están disgregadas en proveedores pymes como es el caso de indumentaria para el trabajo
	Precios globales			●			El mercado Asiático ha consumido gran parte del mercado Colombiano pero se esperan medidas arancelarias por parte del gobierno

Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.2. ANÁLISIS INTERNO

En esta sección se analizarán variables específicas del entorno interno de la empresa y principalmente aquellas relacionadas directamente con el proceso de confección; para este punto no se cuenta con información disponible sobre otra empresa líder del sector para que finalmente la calificación que se emita respecto Protejer sea basada en una comparación objetiva, sin embargo se usara la información relacionada con el análisis de entorno externo y el análisis de caso de estudio, de esta manera se busca reducir la subjetividad.

5.2.1. Sostenibilidad, Imagen de marca y competitividad

Actualmente la industria textil se concentra en la zona conocida como el Valle de Aburra en Antioquia y principalmente en la zona metropolitana de Medellín, concentrando más de un 50% de la producción total de confecciones del país mientras que Bogotá llega al 35%, esto quiere decir que el resto del país aporta algo menos del 15% (textilespanamericanos.com, 2019). En el caso de Protejer, ubicado en el Valle del Cauca, se posiciona muy fuerte y

competitivo frente a la demanda y oferta regional además de tener presencia importante en todo el país y en el exterior, otra de las bondades de ser competitivos en el segmento de indumentaria y confecciones para las empresas es que en Colombia no hay un líder claro o destaca una empresa en particular para este sector.

La imagen de marca de la empresa se sostiene principalmente en tres pilares, calidad, precios y el de mayor distinción, el valor social que aporta su misión como empresa, posicionando a Protejer como una marca diferente respecto al mercado y que se ha ganado gran parte de la demanda institucional y de grandes empresas que hoy en día buscan no sólo competitividad sino la sostenibilidad y aportación de sus proveedores al desarrollo social. En el 2015 Comfenalco, la caja de compensación más importante del país, entregó el premio a la responsabilidad social a Protejer (Protejer.com, 2020).

Ilustración 5-1. La obra social de Protejer.



Fuente: Protejer, 2020.

5.2.2. Nivel de productividad

Es importante entender el proceso para llevar a cabo toda la confección de una prenda y dar mayor prioridad a aquellos procesos que se encuentran por debajo de la productividad global. Como se observó, la etapa de confección es la que logra un mayor nivel de productividad global, alcanzando un 87,5% en 2019 y 90,9% hasta junio de 2020, sin embargo, otras etapas como corte alcanzan un nivel de productividad del 72,9% en 2019 y 73,5% en el 2020, en el caso de estampado llegaron a un nivel del 83,0% acumulado en 2020 y en bordado un 72,7% en 2019 y 78,9% en 2020. Por otra parte, hace falta mejorar la eficiencia de corte para balancear las actividades subsiguientes en el proceso y mejorar el rendimiento global de toda la confección.

Por otro lado, la tercerización de gran parte de la actividad que hoy en día sucede para todos los procesos se traduce en una alta dependencia de los llamados talleres satélite. Esta tercerización de procesos críticos conlleva un alto grado de incertidumbre que genera riesgos de cara al cliente.

En el momento no se dispone de información para comparar estos niveles de productividad, sería favorable dar una opinión basada en el benchmarking con otro taller de confecciones,

es por eso que para este caso se planteará con prudencia la competitividad a nivel productivo de Protejer.

5.2.3. Innovación y desarrollo

Actualmente Protejer cuenta con tecnología avanzada incluyendo robótica y es por esta razón que han logrado competitividad en el mercado. Asumiendo, como se muestra en el apartado anterior, que el uso de tecnología en el gremio textil y de confecciones corresponde con equipos y máquinas que promedian entre los 20 y 25 años de antigüedad, frente a los 7 años que promedian los equipos que usa Protejer como muestra el anexo 2, se puede decir que la empresa tiene vocación innovadora.

Además de lo antes mencionado, en la actualidad se plantea la modernización de sus procesos productivos mientras se realizan inversiones en la infraestructura para mejorar el ambiente de trabajo y el control de gestión del personal.

5.2.4. Uso de tecnologías informáticas

Respecto al uso de tecnología informáticas, Protejer y sus procesos de confección todavía dependen del uso de informes manuales y formatos impresos que son cumplimentado por su personal, además es necesario organizar la información para presentarla y actualizar el estado de la producción de manera diaria.

Aunque la empresa cuenta con un ERP, éste no se ha integrado a los diversos procesos puesto que solamente se utiliza para la gestión contable, ventas y compras, estas razones llenan el horizonte de Protejer de nuevos retos para digitalizar más sus procesos.

5.2.5. Recursos humanos y clima laboral

Como se mencionó antes, la misión de la empresa es de carácter social (sin ánimo de lucro) y actualmente la gran mayoría de operarias que hacen parte del proceso de confecciones son madres cabeza de hogar. Por otra parte, se han realizado inversiones en aires acondicionados e infraestructura para mejorar las condiciones de trabajo de las personas y que propician un buen ambiente en el trabajo que redunde en mayor compromiso por parte de los empleados. Esto se puede evidenciar como se mencionó antes en la disminución de un poco más del 50% en el nivel de absentismo durante el 2019.

Las personas contratadas por la empresa hacen parte de la zona de influencia y a su vez muchas de estas personas han estudiado en el colegio y realizado sus estudios de nivel superior con los programas que ofrece la empresa. Esto sumado a que muchos de los estudiantes activos son hijos de trabajadores que reciben beneficios directos como descuentos y becas de estudio, confirman que la labor integral de la empresa propicia un buen clima laboral.

5.2.6. Valoración del entorno interno

Al igual que como se hizo con el entorno externo, ahora, se presenta la matriz donde se califica a la empresa y su proceso de confección usando la misma metodología de ponderación.

Tabla 9. Análisis del perfil interno de Protejer.

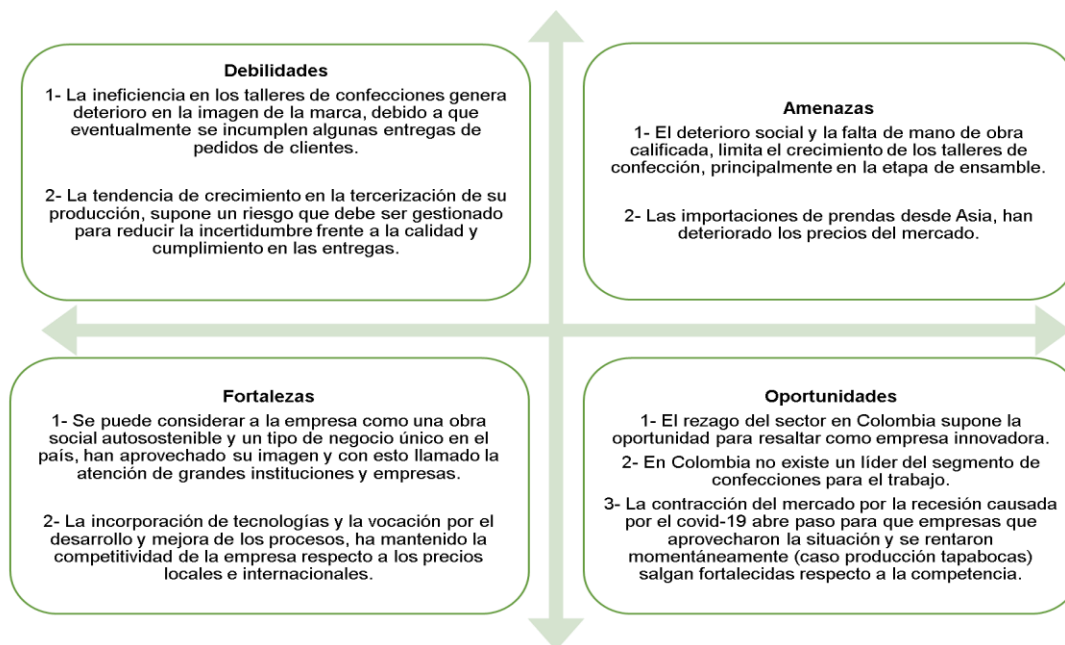
Perfil interno Protejer (1 Muy negativo y 5 Muy positivo)						
Factores	1	2	3	4	5	Motivos
Sostenibilidad, Imagen de marca y competitividad					●	Reconocimiento de empresas líderes en el sector, certificación en calidad, desarrollo social como misión de negocio y salud financiera
Nivel de productividad			●			Mejorar la productividad principalmente en el proceso de corte es un de los retos para asegurar la productividad global
Innovación y desarrollo				●		Con una vocación innovadora, la empresa cimenta la bases para la competitividad en un entorno convulso como es el mercado de confecciones
Uso de tecnologías informáticas			●			No existe un proyecto de transformación digital aunque se realizan esfuerzos puntuales por lograrlo
Recursos humanos y clima laboral				●		La fuerza laboral cada vez integra mas personal con competencias superiores, sin embargo con el cambio de tecnologías hará falta capacitación

Fuente: elaboración propia, 2020.

5.3. DAFO

A continuación, se presenta el análisis DAFO para el proceso de confecciones de la empresa cuyo resultado es basado en los apartados de análisis de entorno externo e interno.

Ilustración 5-2. Análisis DAFO del proceso de confecciones de Protejer.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.4. ESTRATEGIA DE DESARROLLO EMPRESARIAL

Como parte del posicionamiento de la empresa frente a los factores externos y el reconocimiento de sus debilidades y fortalezas, se establecen dos estrategias básicas que aportan valor frente a la situación actual de Protejer y que están relacionadas con el desarrollo tecnológico y la tercerización de sus procesos.

5.4.1. Desarrollo tecnológico

La empresa en la actualidad está dispuesta a realizar esfuerzos para mejorar sus procesos mediante la integración de nuevas tecnologías. El hecho de que las pymes colombianas están tecnológicamente rezagadas frente a los líderes pone a Protejer frente a un panorama positivo donde, siendo empresa de tamaño mediano, cuenta con los recursos para invertir e impulsar su competitividad desde la innovación.

Aun así, deben considerar que la innovación tecnológica debe estar acompañada del desarrollo de su personal ya que la transformación tecnológica y digital pone a prueba los entornos empresariales desde una óptica enfocada en la capacidad del personal para aprovechar mejor estas tecnologías.

5.4.2. Outsourcing del proceso

Como se ha visto en el análisis previo de productividad, la empresa necesitó apoyo de terceros externos para cubrir los pedidos de sus clientes en las cuatro etapas de confecciones y lo seguirán haciendo en el futuro, aunque de entrada se espera que en el caso de que optasen por desarrollar las propuestas de mejora que siguen, se redujera o eliminase la subcontratación.

Como se ha discutido en el documento, la etapa de ensamble y confección es uno de los puntos álgidos en el camino hacia la mejora y es poco factible que se alcancen niveles de productividad que logren cubrir toda la demanda. Por otro lado, en las etapas de corte, estampado y bordado, la integración de nuevas tecnologías puede suponer un aumento relativo en la productividad que limite o elimine el crecimiento continuado que ha tenido la subcontratación para estos sub procesos.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

En este apartado se mencionarán propuestas que requieren de inversión por parte de la empresa en términos de capital y tiempo para ser implementadas y puestas en marcha. Dicha inversión será estudiada en un momento posterior desde su coste y eficiencia para así entender si el esfuerzo resulta, o no, en un retorno positivo para la empresa.

Es importante mencionar que algunos de los datos que se aportaran en el estudio son aproximados y pueden tener variaciones respecto al rendimiento real.

6.1. Mejora en etapa de corte

Como se ha observado, la etapa de corte corresponde con el inicio del proceso de confecciones por lo que se trata de una etapa crítica que requiere que su operación sea efectiva para que las demás etapas fluyan sin demoras. Para alcanzar dicha efectividad se sugiere a la empresa la renovación del corte incorporando un equipo robotizado que pueda incrementar tanto eficiencia como eficacia, además de crear una sinergia con la extendidora de tela automática que existe en esta etapa.

Al integrar un robot en esta etapa se estaría reemplazando el total de la tercerización que se realiza actualmente, además de disminuir la plantilla actual que labora en la operación de corte. Esto se estudiará adelante para calcular el retorno de la inversión que se estima como positiva desde la reducción de costes que se espera en el mediano y largo plazo.

Para realizar el posterior análisis de costes y productividad se hace necesario identificar las nuevas capacidades que aportaría el robot una vez esté operativo en sitio. Para esto se ha realizado la búsqueda de un equipo que se ajuste a las necesidades de corte de Protejer. En ese sentido, se contactó a un distribuidor de este tipo de equipos en Colombia para identificar al fabricante y exportador que es de origen alemán llamado Bullmer, La ilustración 13 muestra su modelo de cortadora Procut 1880 efficiency.

Ilustración 6-1. Robot cortador de tela Procut 1880 efficiency.



Fuente: (Bullmer, 2020)

Las principales especificaciones aportadas por el fabricante se enumeran a continuación:

- Pantalla de control, monitoreo y programación integrada y táctil.
- Compatible con todos los sistemas tipo CAD.
- Sistema operativo Windows.
- La aplicación integrada incluye la posibilidad de modificar los diseños desde la pantalla.
- Aplicativo que identifica posibles modificaciones en el diseño y la secuencia de corte para optimizar el uso de tela.
- Disco duro interno con capacidad de almacenar configuraciones para agilizar el corte de ordenes repetidas en el futuro.
- Capacidad de reportar daños, así como informar sobre el mantenimiento e incluso suspender el corte cuando la cuchilla requiere ser cambiada.
- Velocidad de corte de hasta 60 metros de tela por minuto.
- Aporta datos con los registros asociados a la cantidad de piezas cortadas y mucho más.
- Posibilidad de ser integrado con una extendedora automática.

Como se menciona arriba, el equipo cuenta con una capacidad de corte de hasta 60 metros lineales por minuto, de acuerdo con las medidas de las piezas que se cortan en la empresa se podría hacer una equivalencia de 14-15 piezas por minuto.

6.2. Mejora en etapa de estampado

En el caso del estampado, los equipos son completamente manuales y al igual que en la etapa de corte se realiza parte de su producción externamente, por estos motivos se plantea la integración de un equipo pulpo eléctrico que requiere al menos a un operario para que alimente al equipo con la programación necesaria y los materiales que serán estampados, así como las tintas y otros insumos que se requieran.

Actualmente en el proceso de estampado laboran varios operarios dependiendo del volumen de trabajo que exista, en dicho caso se podría analizar en términos de coste las posibles variaciones que se pueden presentar en caso de que se incorpore un equipo eléctrico semi automatizado que en todos los casos requeriría una cantidad menor de recursos humanos. Para determinar los costes del equipo y las características respecto a su funcionalidad se recurrió a una empresa americana llamada Anatol especializada en la fabricación de equipos de impresión y serigrafía; de acuerdo con la información conseguida desde esta empresa se aporta la ilustración que sigue y algunos rasgos importantes del equipo en mención.

Ilustración 6-2. Pulpo serigrafía automatizado para estampado modelo Volt 10-8.



Fuente: (Anatol, 2020).

- Totalmente eléctrica y silenciosa.
- Cuenta con una pantalla de 15 pulgadas táctil con una aplicación e interfaz amigable y con múltiples opciones para operar, controlar y monitorear el equipo y los trabajos que realiza.
- El modelo solicitado cuenta con 10 cabezas y 8 colores.
- Reporta datos asociados a la operación, por ejemplo, el número de piezas impresas y su velocidad de trabajo.
- Capacidad aproximada de estampado de 6 piezas por minuto.

- Posibilidad de guarda configuraciones y diseños para repetir o ajustar trabajos posteriores con mayor agilidad.
- Sistemas de ajuste y sujeción de prendas con un solo toque.
- Capacidad de ajuste de velocidad de impresión, mayor aceleración en la impresión cuando se requiera.

6.3. Aplicativos y digitalización

En esta sección se pretende establecer una dirección hacia la transformación digital y el uso de tecnologías informáticas con el fin de mejorar el flujo de la información y en general la eficiencia de aquellas actividades cuyo insumo y salida es la información y que se relacionan directamente con el proceso de confecciones. Uno de los objetivos de esta propuesta es reducir muchos de los informes manuales que se realizan hoy día en formato impreso. De esta forma se pretenden reemplazar por el uso de tecnologías como un dispositivo móvil con acceso a internet- o la virtualización de los mismos desde el uso del cloud computing. Aplicar este tipo de mejoras ayuda a disminuir el alto volumen de correos entre colaboradores y facilitando la toma de decisiones en base a información en tiempo real.

Como se mencionó antes, la empresa actualmente cuenta con un ERP, debido a esto se busca una aplicación que sea compatible con la transmisión de datos desde un sistema EDI (Electronic Data Interchange) y así lograr la integración del proceso de confección con el macro de la empresa. Además de lo anterior, lo que se busca con esta propuesta es poder controlar a nivel micro la operación, por ejemplo, el rendimiento por operario en las confecciones o en empaque, para esto se considera necesario integrar una aplicación con el uso de dispositivos móviles o tabletas y lograr lo que se conoce en la industria como la implementación de control de piso o control de operaciones a nivel de planta como se le conoce en España.

En colaboración con Protejer, se han consultado cuatro empresas especializadas en aplicativos con una interfaz para generar el llamado control de piso. De las cuatro se ha escogido a Teseracto, una empresa mexicana de ingeniería y consultoría tecnológica, que ha logrado implementar esta herramienta en empresas reconocidas como Bimbo o Whirlpool, además de empresas similares a la actividad industrial de Protejer.

Ilustración 6-3. Tesseracto la aplicación de control de piso.



Fuente: (Tesseracto.com, 2020).

A continuación, se listan algunas de las características principales de la aplicación y sus beneficios e impactos en la operación de producción:

- El servicio se presta bajo un modelo SaaS (Software as a service) que funciona desde una plataforma web la cual se accede y genera registros desde cualquier dispositivo con acceso a internet (basado en IoT).
- El servicio principalmente se centra en el control de piso y el sistema de medición de eficiencia (OEE) donde cada operario puede reportar información relacionada con la producción en tiempo real.
- El aplicativo aporta información sobre el control de ingreso y salida del personal.
- Se eliminan registros y formatos manuales lo cual aumenta la productividad general de los procesos.
- Con la información que aporta la aplicación se puede diseñar e implementar un modelo de incentivos que permita aumentar la productividad. Al mismo tiempo se pueden identificar aquellos puntos del proceso u operarios que no alcanzan la productividad requerida y emprender planes de acción oportunos para ajustar desviaciones.
- La adaptación del personal al sistema es rápida ya que se ha comprobado que la curva de aprendizaje es corta en el caso de proyectos que han finalizado y la aplicación está funcionando.
- Los indicadores de gestión del área son aportados por la aplicación de forma automática.
- Como control de piso, la plataforma también integra módulos de gestión de mantenimiento y calidad, en este último se pueden controlar los registros de devoluciones, defectuosos, muestreos y auditorías.
- La información y todos los registros son almacenados en la nube lo que brinda mayor confiabilidad, disponibilidad y fácil acceso.
- En el sistema se cargan las ordenes de producción y se realizan los balanceos de cada etapa o módulo de manera rápida y sencilla.

7. ANÁLISIS DE LA NUEVA PRODUCTIVIDAD

Para el análisis de productividad de las mejoras propuestas, no se incluyen los incrementos que pudiesen generar la incorporación de un aplicación o sistema de control de piso. Debido a que los resultados de este tipo de mejoras dependen de muchos factores humanos como la cultura del personal.

Para el cálculo de la nueva productividad una vez aplicadas las mejoras asociadas al corte y estampado, se acude a la información aportada por las empresas proveedoras de los equipos respecto a la velocidad de operación de los equipos y se compara respecto a la productividad promedio alcanzada durante el 2019 ya que en el 2020 tenemos datos atípicos. En el caso particular de estampado se analizaron los datos disponibles de 2020. Tanto para corte como para estampado se han incluido en el cálculo las piezas que se producen externamente.

Es necesario destacar que los equipos superan con creces la capacidad requerida para cubrir la demanda actual de la empresa (productividad del 100% de acuerdo con el método de medición actual), por esta razón se calcula un índice de disponibilidad (D) incluyendo el tiempo que estarían las máquinas paradas para llegar a un indicador global de productividad (OEE) del robot y de esta forma se incorpora el desaprovechamiento del equipo.

7.1. PRODUCTIVIDAD DEL ROBOT DE CORTE

Como se mencionó antes la capacidad de producción para el robot de corte está entre 14-15 piezas por minuto lo que equivalen a 6.720-7200 piezas por turno de 8 horas. Aunque la empresa naturalmente organiza su operación para trabajar en dos turnos (6am hasta las 10pm), en este caso se asume que la máquina solo tendría que estar disponible para operar en un turno de 8 horas durante 26 días del mes incluyendo el sábado ya que en Colombia se establece legalmente el trabajo por 48 horas a la semana.

Tabla 7-1. Calculo índice global de productividad para robot de corte.

	Informacion analizada	Estimacion con datos 2019	Estimacion luego de cinco años
	Piezas cortadas en promedio por día	2723,5	2862,4
	Capacidad de corte del robot en piezas por día	6720,0	6720,0
	Tiempo usado por robot para cortar el promedio diario (min)	194,5	204,5
	Disponibilidad	40,53%	42,60%
	Rendimiento	100%	100%
	Calidad	100%	100%
	Indice global de productividad OEE	40,53%	42,60%

$$OEE = D * R * C$$

$$Disponibilidad (D) = \frac{\text{Tiempo fabricación}}{\text{Tiempo total}}$$

$$Rendimiento (R) = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción teórica}}$$

$$Calidad (C) = \frac{\text{Producción conforme}}{\text{Producción total}}$$

Fuente: elaboración propia, 2020.

Antes de analizar el resultado obtenido se enfatiza en que los datos del rendimiento se establecen en 100% ya que el robot cubriría el total de producción requerida, para la Calidad, se asume que el robot es capaz de disminuir la presencia de errores a tal punto que se puede considerar casi nulo y por ende se asume 100%, además para estimar la productividad luego de cinco años se utilizó un factor de crecimiento del 1% a sugerencia de la empresa, este mismo factor será utilizado para estimar la productividad a cinco años para la mejora de estampado y posteriormente para en el análisis de retorno de la inversión.

Luego de calculado el OEE cuyo resultado es un 40,53% de productividad global para el robot se debe entender cómo se comentó antes, que la capacidad del equipo supera los requerimientos del proceso en exceso. Aunque la productividad de la etapa de corte logre un 100% de productividad con su implementación, se podría decir que el desaprovechamiento del equipo es tan alto que se podría poner en duda su adquisición.

7.2. PRODUCTIVIDAD DE LA MAQUINA DE ESTAMPADO

Al igual que sucede con corte, el equipo evaluado para estampado excede la necesidad de los pedidos promedios de la empresa, por ende, se realiza el mismo cálculo de OEE incluyendo el desaprovechamiento por no uso del equipo, además, el supuesto de alcanzar una calidad del 100% se mantiene, mismo nivel usado para el rendimiento.

Tabla 7-2. Calculo índice global de productividad para máquina de estampado.

$OEE = D * R * C$ Disponibilidad (D) = $\frac{\text{Tiempo fabricación}}{\text{Tiempo total}}$ Rendimiento (R) = $\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción teórica}}$ Calidad (C) = $\frac{\text{Producción conforme}}{\text{Producción total}}$	Informacion analizada	Estimacion con datos 2020	Estimacion luego de cinco años
	Piezas cortadas en promedio por día	1265,4	1329,9
	Capacidad de estampado del pulpo en piezas por día	2880,0	2880,0
	Tiempo usado por pulpo para estampar promedio diario (min)	210,9	221,7
	Disponibilidad	43,94%	46,18%
	Rendimiento	100%	100%
	Calidad	100%	100%
	Indice global de productividad OEE	43,94%	46,18%

Fuente: elaboración propia, 2020.

La etapa de estampado se vería beneficiada al igual que las demás pudiendo alcanzar la meta de productividad que es un 100%, sin embargo, cuando se incorpora un equipo como el pulpo eléctrico cuyo desaprovechamiento supera el 50%, las empresas tienden a rechazar este tipo de inversiones y prefieren conservar sus métodos actuales.

8. ANÁLISIS DE VARIACIÓN EN EL COSTE

Para analizar de forma aproximada el cambio que se pueda dar en términos de coste entre la situación actual y post implementación mejoras, se va a comparar el costo de la plantilla actual contra la que se necesitaría luego de implementadas las mejoras.

Además de la plantilla, se incluye el coste de mantenimiento. Es importante resaltar que la información resultante del análisis de coste de mantenimiento sirve como referencia para los cálculos que se presentarán, pero difieren de los reales incurridos por la empresa, esto debido a que no se tienen datos exactos del coste actual. Respecto a los equipos propuestos como mejora, se cuenta con referencias bibliográficas de las cuales se extrae información sobre costes de mantenimiento para este tipo de equipos.

8.1. COSTE POR CAMBIOS EN LA PLANTILLA

Para las 128 personas que ocupan una plaza operativa en alguna de las cuatro etapas de proceso de confección y que están reportadas en la tabla 4-3, se realiza un cálculo estimado del costo por contrato. El cálculo se realiza con una base real del coste de la plantilla durante el 2019 y que se muestra en el gráfico 8-1.

Gráfico 8-1. Coste de plantilla de confecciones 2019 - 2020 en COP.



Fuente: Protejer, 2020.

Como se puede observar en el gráfico, la variación en el coste de la plantilla es alta y se correlaciona con el incremento en volumen de pedidos y de horas extras. Entre 2019 y 2020 se obtuvo un promedio en el coste de la plantilla de COP 262.728.869 o EUR 64.871. Finalmente se puede estimar que para el proceso de confecciones de Protejer, el contrato por persona en una mensualidad que incluye salario, prestaciones sociales y horas extras puede representar unos COP 2.052.569 o EUR 507.

Tabla 8-1. Análisis en la variación del coste de la plantilla.

Etapa	Actividad	Situación actual		Mejora implementadas	
		# Personas	Coste	# Personas	Coste
Corte	Corte	20	\$ 41.051.386	2	\$ 4.105.139
Bordado	Bordado	2	\$ 4.105.139	2	\$ 4.105.139
Estampado	Estampado	4	\$ 8.210.277	1	\$ 2.052.569
Confección	Ensamble	86	\$176.520.959	86	\$ 176.520.959
	Terminación	16	\$ 32.841.109	16	\$ 32.841.109
Total		128	\$262.728.869	107	\$ 219.624.914
Variación en el coste		-16,41%			

Fuente: Elaboración propia y Protejer, 2020.

Como se puede observar en la tabla 8-1, tras la implementación de mejoras en etapas de corte y bordado se reemplazan personas por máquinas. Para corte la reducción en coste es más significativa ya que se reduce la plantilla en 18 personas dejando 2 operarios en un único turno, debido a que se requiere una persona capacitada para operar el equipo y otra como soporte para las actividades adicionales. Respecto a estampado, la plantilla se reduce en 3 personas dejando un solo operario a cargo. El impacto en el gasto por el posible despido de 21 personas será incluido como uno de los flujos de caja a analizar para estimar el retorno de la inversión.

Los cambios propuestos generan finalmente una reducción en el coste de la plantilla del 16,41% que equivalen a COP 43.103.955 o EUR 10.643 mensuales, estos valores en términos anuales representan una cantidad significativa de COP 517.247.461 o EUR 127.715.

8.2. VARIACIÓN POR CAMBIOS EN EL COSTE DE MANTENIMIENTO

Como se mencionó antes, el cálculo del coste de mantenimiento actual para los equipos de corte y estampado es una aproximación de acuerdo con los conocimientos empíricos del personal encargado de confecciones. Por otro lado, la fuente del coste de mantenimiento de los equipos proviene de estudios académicos relacionados con la evaluación de implementación de un equipo de corte automático y otro de la construcción de un plan de mantenimiento para una empresa de impresiones que utiliza equipos tipo pulpos serigráficos eléctricos.

Cabe mencionar que entre el 2018 y 2020 se realizaron 128 intervenciones de tipo preventivo y correctivo a los equipos de la etapa de corte, en el caso de estampado solo se reporta una intervención de tipo correctiva al pulpo durante el 2019, no se han registrado los posibles mantenimientos de tipo preventivo a los equipos de serigrafía.

Tabla 8-2. Variación en el coste de mantenimiento en COP.

Etapas de proceso	Actual	Con Mejoras
	Coste Anual	Coste Anual
Corte	\$ 5.500.000	\$ 13.196.367
Estampado	\$ 250.000	\$ 8.248.197
Total	\$ 5.750.000	\$ 21.444.564
Variación en el coste	272,9%	

Fuente: (Gomez Muñoz, 2019), (Benedicto García, 2016), elaboración propia y Protejer, 2020.

En la tabla 8-2 se muestra que la incorporación de los equipos incrementa el coste de mantenimiento en un 272,9% lo que representa un aumento de COP 15.694.564 o EUR 3.875. Esto se debe a que estos equipos requieren intervención de proveedores especializados que generalmente tiene un coste elevado.

8.3. VARIACIÓN DEL COSTE POR SUBCONTRATACIÓN

Para estimar el ahorro por eliminación del servicio de corte y confección con talleres externos tras la implementación de las mejoras 1 y 2, se presenta en la tabla 8-3 los rubros pagados por la empresa a terceros en concepto de subcontratación de la producción para los años 2018 y 2019.

Tabla 8-3. Costes de subcontratación de la producción 2018-2019.

PROCESO	2018			2019		
	Unidades subcontratadas	Coste del servicio (COP)	Coste del servicio (EUR)	Unidades subcontratadas	Coste del servicio (COP)	Coste del servicio (EUR)
Bordado	15.868	\$ 29.133.503	€ 7.193	83.057	\$ 122.285.215	€ 30.194
Confección	218.562	\$740.320.925	€ 182.795	246.292	\$ 854.553.444	€ 211.001
Servicio confección	-	\$ -	€ -	4.342	\$ 11.341.700	€ 2.800
Estampado	2.452	\$ 3.309.720	€ 817	86.817	\$ 60.568.419	€ 14.955
Prelavado	92.328	\$ 90.437.300	€ 22.330	108.483	\$ 107.960.500	€ 26.657
Reproceso	115	\$ 304.000	€ 75	11.869	\$ 6.353.128	€ 1.569
Corte	-	\$ -	€ -	101.505	\$ 61.486.510	€ 15.182
Total Corte + Estampado	2.452	\$ 3.309.720	€ 817	188.322	\$ 122.054.929	€ 30.137
Total global	329.325	\$863.505.448	€ 213.211	642.365	\$1.224.548.916	€ 302.358

Fuente: Protejer. 2020.

Como muestra la tabla 8-3, el coste total de subcontratación asciende en 2019 hasta COP 1.224.548.916 o equivalente en a EUR 302.358, de este total las etapas de corte y estampado aportan COP 122.054.929 y EUR 30.137, valores que se pueden considerar como el ahorro que se pudiese lograr luego de implementadas las mejoras y eliminada la necesidad de subcontratar un parcial del corte y estampado; estos valores serán considerados como un flujo positivo para estimar el cálculo del retorno.

8.4. VARIACIÓN DEL COSTE GLOBAL

Habiendo calculado las variaciones en el coste por cambios en la plantilla y el mantenimiento respecto a la situación, además de eliminar la subcontratación parcial de corte y estampado, se puede concluir que Protejer podría conseguir un ahorro inicial de COP 620.926.582 o EUR 153.315 (sin considerar la inversión y su financiación).

Se debe destacar, que la improductividad que genera el desaprovechamiento del robot de corte y el pulpo eléctrico se puede catalogar como un costo oculto que no se incluye dentro del análisis.

9. INVERSIÓN, FINANCIACIÓN Y RETORNO

Para identificar la inversión, calcular el costo de financiación y estimar el retorno de las tres mejoras propuestas, se aporta información cuyo origen proviene de cotizaciones de los proveedores mencionados en el apartado de mejoras propuesta.

9.1. INVERSION

Debido a que las mejoras propuestas se tratan de tecnologías de última generación, la inversión necesaria para obtenerlas y ponerla en marcha es alta. A continuación, se anexa una tabla donde se muestra el coste de la inversión por cada mejora y el detalle de acuerdo con las cotizaciones.

Tabla 9-1. Inversión requerida para la implementación de las propuestas.

Mejora propuesta	Conceptos incluidos en la propuesta económica	Coste de la inversión COP	Coste de la inversión EUR
Mejora en etapa de corte (Robot de corte)	Sistema de corte automático	\$ 457.650.000	€ 113.000
	Rieles y fuente de banda viajera	\$ 18.225.000	€ 4.500
	Opciones de cortadora requeridas para mejorar rendimiento y calidad	\$ 83.673.000	€ 20.660
	Empaque, transporte, instalación y entrenamiento	\$ 48.600.000	€ 12.000
Mejora en etapa de estampado (Pulpo eléctrico)	Equipo de pulpo	\$ 173.652.955	€ 42.877
	kit de complementos	\$ 11.995.364	€ 2.962
	Transporte, instalación y entrenamiento	39.690.000	€ 9.800
Aplicativos y digitalización (Sistema de control de piso)	Sistema de comunicación y trazabilidad	\$ 110.454.545	€ 27.273
	Sistema de medición de eficiencia OEE	\$ 139.909.091	€ 34.545
	Adquirir 150 tabletas, 1 televisor y 1 servidor	\$ 117.818.182	€ 29.091
Total + impuestos		\$ 1.442.001.764	€ 356.050

Fuente: Cotizaciones de empresas Kad textil, Anatol, Teseracto, 2020.

En la tabla 9-1 se desglosan los rubros que han informado los proveedores consultados, aunque sea probable que la puesta en marcha resulte en un incremento eventual en la

inversión, debido a la incertidumbre implícita que existe en el desarrollo de proyectos de esta índole.

9.2. FINANCIACIÓN

La financiación del proyecto actualmente se está evaluando con una iniciativa gubernamental desde una entidad llamada SENA. Esta iniciativa pretende impulsar el desarrollo y la innovación empresarial enfocada en las nuevas tendencias y principalmente en la industria 4.0. Sin embargo, dicha valoración no se ha concluido y no se tiene la certeza de que la empresa que pueda recibir los beneficios financieros que otorgarían. Esta información se presenta con el fin de mostrar la importancia que tiene el desarrollo de las propuestas técnicas y económicas para postular las mejoras.

Para determinar los costes de financiación, la empresa ha consultado con la empresa Bancolombia quienes a través de su línea para proyectos empresariales Bancoldex Finagro financiaron proyectos pasados como los robots de bordado y en esta ocasión ofrecieron la posibilidad de financiar las mejoras propuestas otorgando un plazo máximo de 5 años con una tasa anual de 6,68% sin periodo de gracia.

9.3. RETORNO DE LA INVERSIÓN

Al haber identificado la inversión total a realizar, la fuente de financiación para ésta y los ahorros que se obtendrían tras la implementación de las mejoras, se procede a calcular el valor actualizado neto (VAN). Para calcular el VAN se han tenido en cuenta los flujos de caja que genera tanto la inversión como la reducción en costes operativos y el incremento en costes de mantenimiento (incluye el hosting para el sistema de control de piso). Dichos flujos de caja fueron actualizados tras el paso de cinco años que equivalen al tiempo en que se concluyen los pagos por la inversión y financiación.

A continuación, se presenta en la tabla 9-1 los datos consolidados incluyendo también el valor actualizado neto incorporando el flujo de caja residual sabiendo que las mejoras que se implementen seguirán generando hacia futuro beneficios para la empresa.

Tabla 9-2. Flujos de caja de la inversión y su retorno.

Conceptos del flujo de caja	2021	2022	2023	2024	2025
Financiamiento	\$ 340.034.274	\$ 340.034.274	\$ 340.034.274	\$ 340.034.274	\$ 340.034.274
Reducción en coste de plantilla	\$ 517.247.461	\$ 537.937.359	\$ 559.454.854	\$ 581.833.048	\$ 605.106.370
Reducción en coste por tercerización	\$ 122.054.929	\$ 128.206.497	\$ 134.668.105	\$ 141.455.377	\$ 148.584.728
Aumento coste de mantenimiento	\$ 18.375.808	\$ 19.110.840	\$ 19.875.274	\$ 20.670.285	\$ 21.497.096
Indemnizaciones por despidos	\$ 75.511.590	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de caja	\$ 205.380.718	\$ 306.998.743	\$ 334.213.411	\$ 362.583.867	\$ 392.159.728
Flujo de caja residual	\$ 205.380.718	\$ 306.998.743	\$ 334.213.411	\$ 362.583.867	\$2.656.907.018
VAN (COP)	\$ 1.032.759.023		VAN residual (COP)	\$ 2.158.738.687	
VAN (EUR)	€ 255.002		VAN residual (EUR)	€ 533.022	

Fuente: Elaboracion propia, 2020.

Como se puede observar, tanto el VAN para los flujos de caja a cinco años como el que considera el valor residual de la inversión, son positivos e indican que la implementación de las mejoras es económicamente viable.

Cabe resaltar que para realizar el cálculo del flujo de caja residual se utilizó como coste de capital un 15% que corresponde con la rentabilidad mínima exigida por la empresa para iniciar cualquier tipo de negociación o inversión, además de esto se supone un incremento orgánico del negocio equivalente al 1% anual. Además de esto, la estimación de indemnizaciones por posibles salidas de personal se realiza con base en los cambios de plantilla que se muestran en la tabla 12 y para efectos del cálculo la empresa ha sugerido considerar contratos a término indefinido por salario mínimo y con duración promedio de cinco años.

La factibilidad económica de la implementación de las mejoras, abre la puerta a múltiples posibilidades para la empresa, desde cómo abordar el proceso de cambio de cara a la reducción de la plantilla, hasta como enfocaría su estrategia de negocio viendo la posibilidad de crecimiento que brindaría el exceso de capacidad instalada, estas cuestiones serán comentadas en la sección de conclusiones.

10. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y DESARROLLOS FUTUROS DEL TRABAJO

A continuación, se presentan las conclusiones y los resultados más relevantes junto con las limitaciones y futuros desarrollos derivados de este trabajo.

10.1. OBJETIVO

Este trabajo se planteó como objetivo de estudio analizar el proceso de confección de una empresa colombiana a fin de identificar propuestas de mejora que palien las debilidades que afectan a su competitividad empresarial. De forma más precisa se plantearon tres objetivos específicos:

- Identificar la situación actual de la empresa respecto a sus niveles de productividad y la capacidad de sus recursos.
- Identificar y postular mejoras basadas en la incorporación de tecnologías de diferente índole, pero enmarcadas dentro del contexto de Smart Manufacturing.
- Analizar el impacto en productividad, costes y retorno que podrían generar las mejoras propuesta, teniendo en cuenta los resultados del primer y segundo objetivo.

Para lograr estos objetivos se han utilizado fuentes primarias como información de la empresa, cotizaciones y especificaciones de los equipos propuestos como mejoras, así como diversas fuentes secundarias.

10.2. RESULTADO DEL ANÁLISIS

El análisis efectuado arroja resultados aproximados a la realidad de la empresa y su panorama futuro, ya que, a través de la identificación de su situación actual desde los cálculos de productividad y el reconocimiento de sus debilidades y fortalezas, se pudo demostrar la necesidad de evaluar la posibilidad de implementar mejoras en procesos que son susceptibles de cambios.

Se observó que las etapas de corte y estampado presentaban ineficiencias asociadas a la gran dependencia de métodos operativos manuales y la carencia de nuevas tecnologías más eficientes, que pueden representar hasta un 27,1% y 17% de la productividad requerida por ambas etapas respectivamente. Asimismo, se detectó que la compañía había tratado de mitigar las deficiencias en estas secciones haciendo uso de talleres satélites para externalizar la producción (subcontratación) cuya contratación supuso un coste de EUR 302.358 en 2019 y EUR 213.211 en 2018. Esta solución aunada al crecimiento sistémico de tercerización, se puede catalogar como una debilidad para la competitividad del negocio que debe tratar de eliminarse, ya que por primera vez en su historia fue necesario externalizar la etapa de corte y el incremento de este servicio en la etapa de estampado represento un crecimiento del 3440,7% (de 2.454 a 86.817 unidades).

Para paliar esta situación se evidencia la necesidad de proponer la realización de mejoras que fueron consensuadas con los expertos del caso de estudio (encargados de planta) y con la dirección de la empresa. Además, se recurrió a proveedores que informaron sobre opciones de mejora ajustadas a las necesidades de la empresa en sus etapas de corte y estampado. En concreto, las mejoras propuestas fueron tres: 1) incorporación de un robot de corte; 2) incorporación de un equipo eléctrico semi automatizado en la etapa de

estampado y 3) la implementación de un sistema digital para el control de la producción y la planta en general.

El estudio analizó el impacto que las mejoras propuestas tendrían en la organización a través del análisis de indicadores de la productividad (sección 7) y de variación del coste por cambios en la plantilla, mantenimiento o subcontratación (sección 8). De una forma más específica se identificaron:

- Mejoras en los índices de eficacia de las secciones de corte y estampado alcanzando un 100% de unidades producidas respecto a las programadas, ya que los nuevos equipos incorporarían una capacidad muy superior respecto a la necesitada para cumplir con los niveles de demanda actual. Por otro lado, el desaprovechamiento de los nuevos equipos también se hizo evidente ya que su índice de utilización solo alcanzaría un 40,53% para corte y 43,94% para estampado (respecto a la disponibilidad del equipo), por ende, la eficiencia global de ambos procesos se ve afectada.
- Mejoras en términos de costes. La disminución de la plantilla de las etapas de corte y estampado generan un ahorro anual aproximado de EUR 127.715. La eliminación de la subcontratación, por su parte, supone un ahorro de EUR 30.137 frente al 2019. Por otra parte, la incorporación de los nuevos equipos supone un aumento en el coste de mantenimiento que anualmente representaría EUR 3.875. Finalmente, desde la operación y sin considerar la inversión y los gastos por indemnización y financiación, la empresa generaría un ahorro anual de EUR 153.977.

Finalmente, respecto al estudio se puede concluir que, las mejoras de corte y estampado, pueden generar un impacto positivo en la económica de la empresa, ya que como se observó, el retorno de la inversión (incluido valor residual) que genera el proyecto es positivo y alcanza un VAN de EUR 533.022. A pesar de que una inversión financiada a cinco años de EUR 356.050 es elevada para una mediana empresa colombiana, los ahorros anuales que se pudiesen conseguir por reducción de plantilla (EUR 127.715) y eliminación del coste de externalizar el corte y estampado (EUR 30.137), suponen una amplia ventaja frente al incremento del coste de mantenimiento y los gastos por indemnizaciones para los despidos.

La viabilidad económica de las mejoras propuestas para corte y estampado, sumado a los beneficios y ventajas que puede generar la implementación de un sistema digital de control de la producción, resulta en la oportunidad para reformular la estrategia de negocio, logrando ofrecer a sus clientes una respuesta satisfactoria y acertada en tiempos de entrega (problemática actual) soportado en la confiabilidad de información y productividad de sus procesos, brindando flexibilidad de negociación a sus vendedores, además, de contar con la capacidad instalada requerida para atraer más clientes y optar por una estrategia de ventas más agresiva e incluso plantearse la opción de posicionar la marca en mercados internacionales. Por estas razones se considera que la progresión hacia el diseño de un proyecto integral (contemplado como mitigar los impactos sociales que están inmersos), permitiría a la compañía dar un paso hacia la era digital y las respuestas que busca el mercado en la industria del siglo XXI. Sin embargo, es probable que la empresa considere no realizar los proyectos de implementación de las mejoras propuestas, ya que podrían considerar que éstas sobrepasan sus necesidades actuales además de poner por encima el compromiso social de mantener plazas de empleo para 21 personas que pudieran ser

reemplazadas por las nuevas tecnologías. Será entonces importante mantener apertura hacia la búsqueda de nuevos negocios y oportunidades para reubicar al personal implicado en los cambios.

10.3. LIMITACIONES

Para realizar un análisis más acertado del estudio de caso y poder identificar mejoras que más se adapten a las necesidades de la empresa, se requiere disponer de mayor cantidad de información de los procesos, así como disponer de un punto de comparación que a modo de benchmark con otra empresa dentro del mismo segmento, ayudase a determinar de manera específica el nivel de competitividad del taller de confecciones de la empresa caso de estudio. Por otro lado, la información obtenida desde los proveedores para proponer las mejoras puede generar sesgos en el análisis ya que dicha información fue diseñada por una parte interesada que busca lucrarse dentro del ámbito del estudio

Para el caso de la tercera mejora, enfocada en la transformación digital, no se logró avanzar en el diseño de una propuesta técnica aterrizada para este proyecto con los proveedores consultados, esto llevó a que la falta de información no permitiera analizar específicamente los impactos en la plantilla y los costes asociados.

10.4. DESARROLLO FUTURO

Respecto a los efectos y posibles desarrollos para la tercera mejora enfocada en el desarrollo de un sistema de control para la producción se puede mencionar que:

- Actualmente el personal administrativo de planta se compone de un jefe de producción y dos auxiliares. Tras la implementación de un sistema de control de piso es muy probable que la transformación que esto cause haga visible la necesidad de incorporar más personas al proceso y que estén en capacidad de gestionar y analizar el nuevo sistema, cuyo valor agregado será recuperado en cuanto más información relevante sean capaces de obtener del sistema para tomar decisiones acertadas en tiempo real.
- Como se constató, la falta de información ha sido una limitación, esto puede ser abordado desde la tercera mejora, de la implantación de la misma pueden surgir muchas fuentes de información para diseñar y construir un cuadro de mando integral con objetivos e información novedosa dentro de la empresa, sin duda alguna éste será el objetivo principal para un proyecto de esta índole.
- Luego de incorporar los equipos de corte y estampado se presenta la opción de hacer uso del espacio libre, principalmente en la etapa de corte, situación que conllevaría a la posibilidad de evaluar el rediseño del layout de la planta. Se podría plantear la incorporación de nuevos módulos para la etapa de confecciones-ensamble y así incrementar su capacidad instalada e incluso asegurar el empleo para las personas que fueron sustituidas tras la implementación de las mejoras.
- Se identificó que la sobrecapacidad que aportan las mejoras en las etapas de corte y estampado puede ser un factor para que la empresa tome la decisión de implementarlas. En este sentido, sería prometedor identificar opciones para aprovechar dicho exceso de capacidad, por ejemplo, subcontratando sus equipos para la producción de otras empresas grandes del sector que atiendan un nicho de mercado diferente al de confecciones para el trabajo.

11. BIBLIOGRAFÍA

Analdex.org, 2020. *analdex.org*. [Online]

Disponible en: <https://www.analdex.org/2019/06/13/estas-son-las-companias-locales-de-confecciones-con-mas-exportaciones/>
[Consultado 17 julio 2020].

Anatol, 2020. *anatol.com*. [Online]

Disponible en: <https://anatol.com/es/presses-cat/volt/>
[Consultado 27 julio 2020].

ANDI Colombia, 2020. *Colombia: balance 2019 y perspectivas 2020*. [Online]

Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Noticia/15655-balance-2019-y-perspectivas-2020-para-l>
[Consultado 16 julio 2020].

Angulo Usateguie, J. M., Angulo Martinez, I. & Romero Yesa, S., 2005. *Introducción a la robótica*. primera ed. Madrid: Ediciones paraninfo.

Bancomundial.org, 2020. *datos.bancomundial.org*. [Online]

Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/tema/desarrollo-social>
[Consultado 22 julio 2020].

Bancomundial, 2020. *bancomundial.org*. [Online]

Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/06/08/covid-19-to-plunge-global-economy-into-worst-recession-since-world-war-ii>
[Consultado 16 julio 2020].

Bancomundial, 2020. *datos.bancomundial.org*. [Online]

Disponible en:
https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2018&locations=CO-CL-ES-MX-BR-PE&name_desc=false&start=2011&view=chart
[Consultado 22 julio 2020].

BBVA Research, 2020. *www.bbva.com*. [Online]

Disponible en: <https://www.bbva.com/es/co/la-economia-colombiana-se-recupera-gradualmente-pero-el-pib-se-contraera-75-en-2020-segun-bbva-research/amp/>
[Consultado 16 julio 2020].

Bedoya Olarte, T., 2019. *Transformación digital y la industria 4.0*, Santander: Universidad de Cantabria.

Benedicto García, J. J., 2016. *Universidad Politécnica de Cartagena*. [Online]

Disponible en:
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5574/pfc6377.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
[Consultado 31 julio 2020].

Betancourt, D. F., 2018. *ingenioempresa.com*. [Online]
Disponible en: <https://ingenioempresa.com/analisis-pestel/>
[Consultado 29 julio 2020].

Blanco Muñoz, M., 2019. *Incertidumbres, amenazas y oportunidades de la industria 4.0*, Madrid: Confederación Sindical de Comisiones Obreras.

Bullmer, 2020. *pdf.directindustry.com/pdf/bullmer*. [Online]
Disponible en: <https://pdf.directindustry.com/pdf/bullmer/procut-1800-efficiency/40758-704741.html>
[Consultado 30 julio 2020].

Cotec, 2011. *Fabricación aditiva*, Madrid: Fundación Cotec para la innovación tecnológica.

Cromaiberica, 2020. *cromaiberica.com*. [Online]
Disponible en: <https://cromaiberica.com/automaticos/777-2341-pulpo-electrico-volt.html#Saber%20m%C3%A1s>
[Consultado 13 Julio 2020].

DANE Colombia, 2019. *www.dane.gov.co*. [Online]
Disponible en:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
[Consultado 22 julio 2020].

Deloitte Insights, 2020. *Reporte de Tendencias Globales de Marketing 2020*. [Online]
Disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ar/Documents/about-deloitte/2020-global-marketing-trends-es.pdf>
[Consultado 13 09 2020].

Escaño Gonzalez, J. M., Garcia Caballero, J. & Nuevo Garcia, A., 2019. *Integración de sistemas de automatización industrial*. 2019 ed. Madrid: Paraninfo.

Garcia, E., 1999. *Automatización de procesos industriales – Robótica y automática*. Primera ed. Valencia: Universidad politécnica de Valencia .

Gobierno de España - Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015. *Industria conectada 4.0*, Madrid: Gobierno de España - Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Gomez Muñoz, C. I., 2019. *Universidad EAFIT*. [Online]
Disponible en:
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13797/CarlosIgnacio_GomezMu%C3%B1oz_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
[Consultado 31 julio 2020].

Hammer, M. & Champy, J., 1994. *Reingeniería*. Quinta ed. Barcelona: Grupo Editorial Norma.

Hybrid IT, 2020. *ituser.es*. [Online]

Disponible en: <https://discoverthenew.ituser.es/hybrid-it/2020/07/como-tener-una-estrategia-de-optimizacion-de-la-nube-para-reducir-costes>

[Consultado 29 julio 2020].

Inexmoda.org.co, 2019. *www.saladeprensainexmoda.com*. [Online]

Disponible en: [http://www.saladeprensainexmoda.com/wp-content/uploads/2019/09/Informe Especial Textil y Confecciones - Jul 2019.pdf](http://www.saladeprensainexmoda.com/wp-content/uploads/2019/09/Informe_Especial_Textil_y_Confecciones_-_Jul_2019.pdf)

[Consultado 17 julio 2020].

Kyritsis, D. & Gökan, M., 2019. *Smart Sustainable Manufacturing Systems*. Primera ed. Basilea: MDPI.

Larepublica.co, 2019. *www.larepublica.co*. [Online]

Disponible en: <https://www.larepublica.co/economia/asiaticos-quiebran-al-sector-textil-camara-colombiana-de-la-confeccion-2860199>

[Consultado 17 julio 2020].

Leal, A., 2019. *www.portafolio.co*. [Online]

Disponible en: <https://www.portafolio.co/negocios/innovaciones-para-el-sector-textil-presentes-en-colombiatex-525559>

[Consultado 17 julio 2020].

Martínez, N., 2018. *www.uoc.edu*. [Online]

Disponible en: <https://www.uoc.edu/portal/es/news/actualitat/2018/122-robotica-productividad.html>

[Consultado 29 julio 2020].

Mincetur.gob.pe, 2019. *www.mincetur.gob.pe*. [Online]

Disponible en: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/plan_exportador/Penx_2025/PDM/colombia/index.html?id=137

[Consultado 17 julio 2020].

Mittal, S., Romero, D., Khan, M. & Wuest, T., 2019. Smart manufacturing: characteristics, technologies and enabling factors. *Journal of engineering manufacture*, pp. 1-20.

Peláez, L. D., 2019. *www.semana.com*. [Online]

Disponible en: <https://www.semana.com/nacion/articulo/desempleo-y-migracion-venezolana-disparan-desigualdad-y-pobreza-en-colombia/612458>

[Consultado 22 julio 2020].

Protejer.com, 2020. *Protejer.com*. [Online]

Disponible en: <https://www.protejer.com>

[Consultado 8 Julio 2020].

Ruiz del Solar, J., n.d. *Introducción a la robótica*, Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Schwab, K., 2016. *La Cuarta Revolución industrial*. Primera ed. Ginebra: Foro Económico Mundial.

Serkonmakina, 2020. *www.serkonmakina.com*. [Online]
Disponible en: <http://www.serkonmakina.com>
[Consultado 10 Julio 2020].

Shahrubudin, N., Chuan, L. T. & Ramlan, R., 2019. An overview on 3D printing technology: technological, material and applications. *Procedia Manufacturing*, 1(35), pp. 1286-1296.

Soldevila, L., 2019. *Digital Thinking: Lidera con éxito al transformación digital*. Primera ed. Barcelona: Profit Editorial.

Somohano Rodríguez, F. M., Madrid Guijarro, A. & López Fernández, J. M., 2020. Does Industry 4.0 really matter for SME innovation?. *Journal of Small Business Management*, 1-28.. *Journal of Small Business Management*., Volume 58, pp. 1-28.

Superintendencia de sociedades Colombia, 2019. *www.supersociedades.gov.co*. [Online]
Disponible en:
<https://www.supersociedades.gov.co/Noticias/Publicaciones/Revistas/2019/Informe-Textil-2018-2019XI26.pdf#search=desempe%C3%B1o%20financiero%20del%20sector%20textil>
[Consultado 17 julio 2020].

Teseracto.com, 2020. *Teseracto.com*. [Online]
Disponible en: <http://teseracto.com/soluciones/software-de-control-de-piso/>
[Consultado 14 09 2020].

Textilespanamericanos.com, 2019. *textilespanamericanos.com*. [Online]
Disponible en: <https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2019/09/colombia-crece-importancia-de-la-industria-textil/>
[Consultado 17 julio 2020].

Torrco Silva, I. E., 2017. *www.elmundo.com*. [Online]
Disponible en: <https://www.elmundo.com/noticia/Tecnologia-textil-enColombiauna-modernizacion-a-medio-camino/45370>
[Consultado 22 julio 2020].

Yousef, A., 2011. Exploring cloud computing services and applications. *Journal of emerging trends in computing and information services*, 3(6), pp. 838-847.

ANEXOS

ANEXO 1



COMITÉ DE ÉTICA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

D^a MARGARITA SERNA VALLEJO, en calidad de presidenta del citado Comité,

CERTIFICA

Que una vez analizada por este Comité la solicitud del investigador D. Luis Carlos Agudelo Díaz cuyos datos se refieren a continuación:

Título del proyecto: Evaluación de la implementación de sistemas automatizados en la operación de una empresa del sector textil.

Ámbito: Administración de Empresas

Características definitorias (Tesis doctoral, Proyecto, etc.): TFM

Código dado por el Comité de Ética de Proyectos de Investigación: CE TFM 33/2020.

Y valorada la documentación aportada que pone de manifiesto que la investigación implica a personas, ya sea directamente por la realización de entrevistas, cuestionarios, etc., y/o indirectamente por la necesidad de que algunos individuos permitan el acceso a ciertos datos, se estima que el citado proyecto

☒ Cumple con los requisitos éticos necesarios de idoneidad en relación con los objetivos del estudio.

☒ Están justificados los riesgos y molestias previsibles para los sujetos concernidos por la investigación.

☒ Es adecuado el procedimiento previsto para obtener el consentimiento informado.

☒ Contempla el cumplimiento de la normativa en vigor en el ámbito de estudio en el que la investigación se incardina.

Razones por las que este Comité ha decidido por unanimidad **valorar positivamente** el Proyecto por considerar que se ajusta a las normas éticas esenciales requeridas por la legislación en vigor.

Quedando constancia de esta decisión en el Acta de la reunión ordinaria online del Comité celebrada el 21 de mayo de 2020.

SERNA VALLEJO
MARGARITA -
13925081F

Firmado digitalmente por SERNA
VALLEJO MARGARITA - 13925081F
Fecha: 2020.05.28 18:36:48 +02'00'

ANEXO 2

Descripción de equipos usados actualmente en confecciones. Fuente Protejer 2020.

Nombre de equipo	Etapas	Tipo de equipo	Año de compra	Foto
Extendedora	Corte	Automático	2014	
Cortadoras eléctricas	Corte	Manual	N.D.	
Bordadora	Bordado	Robot	2017	
Pulpo estampado	Estampado	Manual	N.D.	
Termo fijadora	Estampado	Manual	N.D.	
Enresortadora	Confección	Manual	2000	
Maquina dos agujas	Confección	Manual programable	2014	
Fileteadora	Confección	Manual	2014	
Dobladilladora	Confección	Manual programable	2012	

Nombre de equipo	Etapas	Tipo de equipo	Año de compra	Foto
Botonadora	Confección	Semiautomático	2014	
Empretinadora	Confección	Manual	2016	
Cerradora de codo	Confección	Manual	2014	
Collarín tres agujas	Confección	Manual	2009	
Collarín dos agujas	Confección	Manual	2016	
Sesgadora	Confección	Manual	2008	
Presilladora	Confección	Semiautomático	2016	
Ojaladora	Confección	Semiautomático	2015	
Ribeteadora	Confección	Manual programable	2012	
Maquina plana	Confección	Manual programable	2012	