

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN EN LA EMPRESA CORRUPACK S.A.S.

Proyecto de Grado

Diego Andrés Duarte Silva ID 740885

Tutor

Juan David Forero

Corporación Universitaria Minuto de Dios Rectoría

Sede Principal

Programa Ingeniería Industrial Bogotá

del 2024

TABLA DE CONTENIDO

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN EN LA EMPRESA CORRUPACK S.A.S	1
Introducción	7
Capítulo I	8
1. Planteamiento del problema.....	8
1.1 Problemática.....	8
1.2 Pregunta problema	9
Capítulo II.....	9
2. Objetivos.....	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
Capítulo III.....	10
3. Justificación	10
Capítulo IV.....	11
4. Antecedentes	12
4.1 Antecedente Local o Regional	12
4.2 Antecedente Nacional	12
4.3 Antecedente Internacional.....	13
Capítulo V.....	15
5. Marcos de Referencia.....	15
5.1 Marco Teórico.....	15
5.2 Marco Legal.....	16
Capítulo VI.....	17

6. Metodología	17
6.1 Investigación Aplicada	17
Capítulo VII	19
7. Desarrollo.....	19
7.1 Identificación de la Necesidad	19
7.1.1 Identificar Datos Clave para el Modelo de Simulación.....	20
7.1.2 Diseño del Modelo de Simulación	23
7.1.3 Desarrollo del Modelo en FlexSim	23
CAPÍTULO VIII	26
8. Resultados	26
8.1 Relación Con las Asignaturas de la Carrera	26
8.2 Costos.....	27
8.2 Proyección.....	28
- Proyección de Impacto.....	28
CAPÍTULO IX.....	29
9. Discusión	29
CAPÍTULO X.....	30
10.1 Conclusiones	30
10.2 Recomendaciones.....	31
10.3 Referencias.....	32

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plantas de la Fábrica.....	20
Ilustración 2. Calentamiento de la Máquina.....	21
Ilustración 3. Troqueles Utilizados en la Planta.....	21
Ilustración 4. Alistamiento Materia Prima.....	22
Ilustración 5. Herramienta FlexSim.....	24
Ilustración 6. Desarrollo de Simulación en FlexSim.....	25

Resumen

Este trabajo se enfoca en el análisis y optimización de los tiempos de producción y la optimización de cuellos de botella encontrados en la fábrica CorruPack S.A.S., utilizando el software FlexSim. La relevancia de su estudio radica en la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y la productividad en un mercado industrial altamente competitivo.

Mediante la implementación de modelos de simulación en FlexSim, se buscó representar fielmente los procesos de fabricación existentes en la fábrica CorruPack S.A.S., identificando áreas críticas y puntos de congestión en el flujo de trabajo. A través de la simulación de diversos escenarios, se evaluará el impacto de posibles cambios en el diseño de la planta, la asignación de recursos y la programación de la producción.

El objetivo principalmente, fue proponer e implementar estrategias y soluciones efectivas que accedieran a optimizar los tiempos de producción y minimizar los cuellos de botella, permitiendo así que la empresa mejore su rendimiento global y competitividad en el mercado. Los resultados obtenidos proporcionarán una guía práctica para la toma de decisiones informadas en la gestión de CorruPack S.A.S., contribuyendo al logro de sus objetivos empresariales a largo plazo.

Abstract

This work focuses on the analysis and optimization of production times and the optimization of bottlenecks found in the CorruPack S.A.S. factory, using the FlexSim software. The importance of this study lies in the need to improve operational efficiency and productivity in a highly competitive industrial environment.

By implementing simulation models in FlexSim, we sought to faithfully represent the existing manufacturing processes in the CorruPack S.A.S. factory, identifying critical areas and points of congestion in the workflow. Through the simulation of various scenarios, the impact of possible changes in plant design, resource allocation and production scheduling will be evaluated.

The main objective was to propose and implement effective strategies and solutions that would optimize production times and minimize bottlenecks, thus allowing the company to improve its overall performance and competitiveness in the market. The results obtained will provide a practical guide for making informed decisions in the management of CorruPack S.A.S., contributing to the achievement of its long-term business objectives.

Introducción

En un contexto empresarial caracterizado por su creciente competencia y dinamismo, la optimización de los procesos de producción emerge como un elemento indispensable para asegurar el éxito y la continuidad operativa de las organizaciones. Específicamente, en la industria de fabricación de empaques en cartón, como lo es CorruPack S.A.S., en el que la eficiencia operativa y la capacidad de adaptación juegan un papel crucial, la detección y eliminación de obstáculos en la producción representan un desafío permanente.

La presente investigación se centra en abordar este desafío mediante el uso de herramientas avanzadas de simulación, específicamente el software FlexSim. El objetivo principal de este estudio es analizar y optimizar los tiempos de producción, así como identificar y mitigar los cuellos de botella en CorruPack S.A.S.

La elección de FlexSim como herramienta principal se fundamenta en su capacidad para modelar de manera precisa y detallada los procesos industriales, así como para simular diversos escenarios y evaluar el impacto de posibles mejoras en la eficiencia operativa de la organización.

Capítulo 1

1. Planteamiento del problema

Hoy en día las empresas como CorruPack S.A.S., se enfrentan a desafíos constantes para mejorar la eficiencia de sus procesos de producción y mantener su competitividad en un mercado en evolución. La necesidad de optimizar los tiempos de producción y mitigar los cuellos de botella se vuelve crucial para garantizar la rentabilidad y el crecimiento sostenible. A pesar de los avances tecnológicos y las prácticas de gestión implementadas en la fabricación de cajas de cartón, persisten obstáculos en la cadena de producción que limitan su capacidad para cumplir con los estándares de calidad, tiempos de entrega y eficiencia operativa esperados por los clientes. La falta de una metodología sistemática y herramientas adecuadas para identificar y abordar estos cuellos de botella dificulta la mejora continua de los procesos y limita el potencial de crecimiento de las empresas del sector.

CorruPack S.A.S., ante esta problemática, toma la decisión de llevar a cabo una estandarización de procesos, donde se puede mejorar la productividad, abordando herramientas tecnológicas que brinden a ellos un mejor control de producción y sin tener déficit de costos y elevación de los mismos.

Problemática.

En un mercado altamente competitivo y cambiante, la empresa CorruPack S.A.S., enfrenta desafíos significativos en su proceso de desarrollo y fabricación de empaques de cartón a la medida. Estos desafíos se manifiestan en varios aspectos críticos de su operación, incluyendo la eficiencia en la producción, la calidad del producto y la gestión del inventario, estas problemáticas son fundamentales para el éxito continuo y la competitividad de CorruPack S.A.S., en la industria de los empaques de cartón.

1.1 Pregunta problema

¿Cómo puede CorruPack mejorar la eficiencia en sus procesos de producción de empaques de cartón, implementando estrategias que les permitan reducir costos y tiempos de entrega?

Capítulo II

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es realizar una simulación detallada del proceso productivo de CorruPack, con el propósito de identificar cada una de sus máquinas, inventarios y flujo de materiales relevantes para el proceso de fabricación de los empaques de cartón, así mismo mejorar la eficiencia operativa y gestión de recursos de la misma.

2.2 Objetivos específicos

- Usando el software FlexSim, modelamos el proceso productivo, teniendo en cuenta las máquinas de producción y la interacción entre ellas, con el fin de conocer el flujo de material que se moviliza dentro de la planta en la elaboración de los empaques.
- Analizar cada tiempo muerto y cuellos de botella que se presenten en el proceso, con la finalidad de desarrollar estrategias que nos permitan mejorar la eficiencia y productividad de la empresa.

Capítulo III

3. Justificación

La industria de fabricación de empaques de cartón desempeña un papel crucial en la cadena de suministro de una amplia gama de productos, desde alimentos hasta productos electrónicos. En este contexto, empresas como CorruPack S.A.S., juegan un papel vital al proporcionar soluciones de empaques personalizadas y eficientes para diversas necesidades comerciales. Sin embargo, en un entorno empresarial cada vez más competitivo y cambiante, es fundamental que las empresas de este sector optimicen continuamente sus procesos de producción y gestión de recursos para mantenerse a la vanguardia y satisfacer las demandas del mercado de manera eficiente y rentable.

Esta investigación se justifica en la necesidad de abordar los desafíos específicos que enfrenta CorruPack S.A.S., en su proceso de desarrollo y fabricación de empaques de cartón a medida. La optimización de la eficiencia operativa, la gestión de inventario y la calidad del producto son aspectos críticos que pueden impactar directamente en la competitividad y el éxito a largo plazo de la empresa.

Al realizar una simulación detallada con el software FlexSim, del proceso productivo en la organización y proponer estrategias específicas para mejorar su eficiencia y gestión de recursos, esta investigación no solo contribuirá al cuerpo de conocimientos en el campo de la ingeniería industrial, sino que también proporcionará a CorruPack herramientas prácticas y soluciones concretas para abordar sus desafíos operativos y mejorar su posición en el mercado.

Además, esta investigación puede servir como ejemplo para otras empresas del sector de fabricación de empaques de cartón, proporcionando mejores prácticas que pueden ser aplicables en diferentes contextos empresariales, contribuyendo así al desarrollo y la innovación en la industria en su conjunto.

Capítulo IV

4.1 Antecedente Local o Regional

El caso de Carbones Andinos

En la década de los 50's, Miguel Francisco Cárdenas inició la exploración y extracción de carbón metalúrgico en la zona "Chorrera" y "Loma Redonda" de Samacá, Boyacá, consolidándose como uno de los carboneros más reconocidos de la zona en términos de calidad y volumen. Desde entonces se estableció una relación comercial con Acerías Paz Del Río, una de las compañías siderúrgicas más importantes de Colombia, la cual permanece activa hasta la actualidad. En la década de los 60's y 70's el legado pasa a manos de sus hijos, quienes asumieron la operación, adquirieron nuevas licencias mineras y desarrollaron plantas para coquización. Es así como logran posicionarse como principales productores de coque. Actualmente, Carbones Andinos es el cuarto productor de coque de alta calidad del país. Posee operaciones consolidadas de extracción de carbón (Hasta 25 mil TM / mes) y produce coque de alta calidad, con una capacidad instalada de 150 mil TM / año. En estas minas de carbón, las nubes de polvo se arremolinan y la maquinaria pesada ruge. Al tratarse de una industria pesada tradicional, la minería del carbón suele implicar un intenso trabajo manual en condiciones laborales difíciles. Los trabajadores se enfrentan a numerosos riesgos desconocidos y peligros para la seguridad, con una falta de mecanismos eficaces de vigilancia y alerta. Accidentes como explosiones de gas y derrumbes son frecuentes. Las minas de carbón tradicionales también adolecen de bajos niveles de digitalización, carecen de herramientas de información modernas para apoyar las tareas de producción y gestión, lo que provoca retrasos e imprecisiones en el flujo de información, baja eficiencia en la extracción, altos costes laborales e importantes riesgos para la seguridad. Para hacer frente a estos desafíos, se ha previsto la integración de diversas tecnologías de la información, como big data, computación en la nube, IA y 5G, para dotar a las minas de carbón del "cerebro definitivo".

El objetivo finalmente es mejorar el nivel de digitalización y las operaciones inteligentes en la industria de la minería del carbón, lo que en última instancia conduce a la construcción de minas de carbón inteligentes más seguras, ecológicas y eficientes. Esta transformación se ha convertido en el camino inevitable para el sector de la minería del carbón.

- **Automatización y digitalización de la producción.** En el proceso de producción se utilizan diversos dispositivos inteligentes. Las tecnologías de automatización, incluidas la percepción autónoma y el control automatizado, se emplean para lograr una producción automatizada. La maquinaria inteligente se utiliza para tareas como el desarrollo de minas, la excavación de túneles y la extracción de carbón, lo que aumenta la eficiencia de la producción, reduce los costes laborales y disminuye los riesgos de accidente.

- **Monitorización de equipos y mantenimiento predictivo.** Tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la IA permiten la monitorización de diversos equipos mecánicos en las minas de carbón, recopilando datos operativos.

Estos datos se suben a la nube o al borde para su análisis, procesamiento y mantenimiento predictivo. La detección temprana de anomalías en los equipos ayuda a minimizar el tiempo de inactividad y los costes de mantenimiento.

4.2 Antecedente Nacional

Transformación digital en el sector de alimentos Caso Grupo

Nutresa. El grupo definió que la evolución digital empieza con la transformación humana de cada colaborador, lo que incluye cambiar modelos mentales, la forma de trabajar, el desarrollo del talento y la vinculación de talentos especializados en asuntos digitales. Para liderar este proceso, el Grupo Nutresa creó un equipo de trabajo encabezado por un líder de transformación digital que hace parte de la alta dirección de la organización. Asimismo, este puesto está acompañado de un equipo especializado en estrategia y experiencia digital que orienta los procesos, sumado a expertos en analítica, medios digitales, formas de exploración y aplicación de nuevas tecnologías.

Todo este talento humano permite conectar las necesidades actuales de los consumidores y clientes con las oportunidades que las nuevas formas de trabajo. Con el fin de conectarse con los consumidores y clientes, el Grupo Nutresa, durante el 2020, creó plataformas digitales propias, que le permitieron obtener conocimientos y ajustar procesos operacionales como: la capacidad de domicilios, analítica para apalancar decisiones de negocio y activación destacada del punto de venta digital.

4.3 Antecedente Internacional el caso Starbucks

Starbucks está aplicando estos últimos años una estrategia de transformación digital que diseñó en su momento y que merece la pena analizar para ver cómo ha abordado áreas estratégicas como la parte móvil, su marketing 'one to one' y su CX, y cómo ha desarrollado su ecosistema tecnológico. A punto de cerrar el ejercicio fiscal 2016, el 2015 supuso un gran repunte en las ventas y un récord de ingresos y de beneficios para Starbucks. Sin duda, los esfuerzos que la compañía está realizando para digitalizarse están dando sus frutos. Starbucks es una máquina de innovación digital. Su ecosistema móvil, incluyendo el pago con el móvil, han multiplicado sus ventas, al mismo tiempo que sus apps están impulsando el crecimiento y su asociación con firmas de tecnología está reforzando la Experiencia de Usuario en sus establecimientos. Actuar en las primeras fases del 'Hype Cycle'. El propio CEO de la compañía, Howard Schultz, comentó que Starbucks "al anticipar y comenzar a invertir en tecnología móvil antes de que la curva del "Hype Cycle" llegará a su punto culminante, ha logrado que los clientes identifiquen a la marca con experiencias móviles satisfactorias". Además, subraya Schultz, "la innovación tecnológica ha fortalecido nuestra marca, ha mejorado nuestra eficiencia y la ejecución en el punto de venta (POS). Esto ha ampliado aún más nuestra ventaja sobre los competidores, y ha elevado la fidelización de nuestros clientes gracias a la CX (Customer Experience). Podríamos decir que Starbucks está a la vanguardia de la unión de lo físico y lo digital.

Quizá el mejor Retailer en realizar una transformación digital tan exitosa.

Logrando una creciente presencia global con más de 23.000 tiendas, una fidelización de sus clientes elevadísima -con un Ciclo de Vida larguísimo y de con un gran ticket medio anual-, y, en definitiva, la confianza de millones de clientes que han conectado emocionalmente con la marca de una manera que era difícil de imaginar hace apenas diez años. A fecha de hoy, cuestiones como el pago con el móvil, ya representan más del 26% de todas las transacciones en Starbucks y los programas de fidelización de la Marca tienen más de 20 millones de miembros. Otra de las áreas que mejoró Starbucks fue su marketing. La automatización de procesos, la analítica y la parte programática sirvió para que pudieran desarrollar un marketing 'one to one', es decir, específico para cada cliente, con un customer journey individual y con impactos personalizados. Starbucks empieza a saber de sus clientes tanto como Google y Facebook, pero con una diferencia favorable, que Starbucks asocia dichos datos a sus hábitos de consumo. Es decir, la digitalización ha supuesto la personalización del marketing de la Marca. La tercera área es la inversión en tecnología. Starbucks ha aumentado su inversión de 145 millones de dólares en 2015 a 250 millones en 2016. El cambio implica inversión tecnológica. No hay otra vía. Finalmente, las tres áreas anteriores tienen un objetivo: fidelizar al Cliente, alargar su Ciclo de Vida, aumentar su ticket medio, incrementar el número de visitas a sus establecimientos. La huella digital de los clientes de Starbucks forma parte del 'Customer Journey Path' de Starbucks hasta sus establecimientos, con un enfoque de omnicanalidad que provoca que su competencia apenas pueda seguir el camino de Starbucks.

Capítulo V

5. Marco de Referencia

5.1 Marco Teórico

Industria del embalaje de cartón. Describe el estado actual de la industria del embalaje de cartón a nivel local, nacional e internacional. Incluye información sobre tendencias de consumo, innovaciones tecnológicas, regulaciones ambientales y económicas que afectan al sector.

Materiales y procesos de fabricación. Detalla los diferentes tipos de cartón utilizados en la fabricación de empaques, sus propiedades físicas y químicas, así como los procesos de producción empleados por CorruPack S.A.S.. Esto incluye información sobre técnicas de impresión, troquelado, plegado y ensamblado de cartón.

Diseño de empaques. Explora la importancia del diseño de empaques en la percepción del producto por parte del consumidor. Analiza estrategias de diseño innovadoras, como empaques eco amigables, minimalistas o personalizados, que puedan diferenciar los productos de los clientes de CorruPack S.A.S. en el mercado.

Cadena de suministro y logística. Examina la cadena de suministro de CorruPack S.A.S., desde la adquisición de materias primas hasta la distribución de productos terminados. Considera aspectos como la gestión de inventario, la optimización de rutas de transporte y la logística inversa para el reciclaje de empaques.

Sostenibilidad y responsabilidad social. Aborda las iniciativas de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa de CorruPack S.A.S., como el uso de materiales reciclados, la reducción del desperdicio de embalajes y la participación en programas de reforestación o conservación del medio ambiente.

Competencia y estrategia empresarial. Analiza el panorama competitivo en el mercado de empaques de cartón y las estrategias que CorruPack S.A.S. emplea para diferenciarse de sus competidores. Esto puede incluir precios competitivos, servicios personalizados, calidad del producto y atención al cliente.

Innovación y desarrollo tecnológico. Explora las inversiones en investigación y desarrollo que realiza CorruPack S.A.S. para mejorar sus procesos de producción, desarrollar nuevos productos o adaptarse a las demandas cambiantes del mercado.

5.2 Marco Legal

Seguridad Industrial y Salud Ocupacional:

Ley 1562 de 2012: Establece disposiciones para la promoción de la salud y la seguridad en el trabajo en Colombia.

Normas de Calidad y Estándares de Producto:

Ley 1480 de 2011 - Estatuto del Consumidor: Establece los derechos y deberes de los consumidores en Colombia, lo que incluye la calidad y seguridad de los productos ofrecidos en el mercado.

Propiedad Intelectual y Derechos de Autor:

Ley 23 de 1982: Regula los derechos de autor en Colombia.

Protección Ambiental:

Ley 99 de 1993: Establece las disposiciones para la protección del medio ambiente en Colombia.

Normativas Laborales:

Código Sustantivo del Trabajo: Regula las relaciones laborales en Colombia, incluyendo temas como la jornada laboral, los contratos de trabajo, el salario mínimo y la seguridad social.

Regulaciones sobre Transformación Digital:

Ley 1341 de 2009: Establece el marco legal para la implementación de la política de gobierno en línea en Colombia.

Ley 527 de 1999: Regula la firma electrónica y los mensajes de datos en Colombia.

Ley 1581 de 2012: Regula la protección de datos personales en Colombia.

Capítulo VI

6. Metodología

6.1 Investigación aplicada

Semillero TECMEC (Tecnologías Emergentes)- CIEMO (Centro de Investigación Estratégico de manufactura y Operaciones) del grupo de Investigación CEIL MD

Como investigación planteada en el plan estratégico de semilleros de investigación y grupos de estudio de UNIMINUTO es la guía fundamental que establece las directrices y estrategias para la incorporación de la investigación en el campo de formación extracurricular. Para este proyecto buscamos el marco el marco de trabajo que nos sirvió para la formulación, ejecución y divulgación de nuestro proyecto de investigación, así como para la organización y operativización de las actividades llevadas a cabo. A través de esta metodología estructurada, los semilleros y grupos de estudio

pueden potenciar su participación en eventos científicos. El grupo en el que nos permitió llevar a cabo nuestra

consecución se proyecto es el CIEMO (Centro de investigación estratégico de manufactura y operaciones) donde llevamos unas pautas dirigidas por nuestro tutor que se pueden dividir de la siguiente manera.

- **Formulación del proyecto de investigación.** Aquí se incentiva la participación de el o los estudiantes en la formulación y desarrollo conjunto de proyectos de investigación que aborden los problemas relacionados con el campo del saber de la manufactura y operaciones que estén ubicados en Bogotá y municipios cercanos.

- **Generación y Divulgación de Productos CTel.** Se establece la presentación de ponencias en eventos científicos regionales y la divulgación anual de productos de desarrollo tecnológico e investigación.

- **Organización y operativización.** Se desarrolla un plan de formación y trabajo, se buscan convenios para investigación aplicada, se participa en redes de investigación, se realizan jornadas de inducción y reuniones programadas, y se promueve la visualización de las actividades del semillero.

- **Gestión de Financiación y Ejecución de Proyectos.** Se fomenta la participación en la formulación y desarrollo de proyectos de investigación, se ejecuta el menos un proyecto cada dos años, se participa en eventos científicos anualmente, y se relaciona con otros semilleros y programas universitarios.

- **Formación en Investigación.** Se promueve la participación en talleres para profesores y estudiantes de semillero, abordando temas como normas de investigación, búsqueda de datos, redacción científica, metodologías de investigación, entre otros.

Al seguir esta metodología, los semilleros de investigación y grupos de estudio en UNIMINUTO pueden cumplir con las directrices establecidas en el plan estratégico y contribuir al desarrollo de proyectos de investigación y divulgación de resultados en el campo de la ciencia, tecnología e innovación.

Algunos de los parámetros a seguir de esta metodología son:

- **Revisión del Documento.** Leer detenidamente el plan estratégico proporcionado para comprender los objetivos, líneas de investigación y estrategias propuestas.

Identificación de Requisitos. Asegurar de cumplir con todos los requisitos establecidos en el plan, como la incorporación de la investigación en el campo de formación extracurricular y la participación en eventos científicos.

- **Definición de Objetivos Específicos.** Establecer objetivos específicos que este con la filosofía de el semillero o el grupo de estudio en la línea de las metas generales del plan estratégico.

- **Planificación de Actividades.** Diseña un Plan de trabajo detallado que incluya la elaboración de proyectos de investigación, la participación en eventos científicos, la búsqueda de convenios con organizaciones, entre otros.

- **Seguimiento y Evaluación.** Implementa un sistema de seguimiento para monitorear el progreso de las actividades planificadas y evaluar el cumplimiento de los objetivos.

- **Validación y Aval.** Presentar el plan estratégico completo a la Dirección/Coordinación del Programa/Unidad académica y de investigación para su validación y aval.

- **Actualización Periódica.** Revisa y actualiza el plan estratégico de forma periódica para incorporar oportunidades de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario.

Capítulo VII

7. Desarrollo

7.1 Identificación de la necesidad

Cuando se realizaron las visitas a la planta CorruPack S.A.S., gracias al acompañamiento que tuvimos por medio de las personas encargadas, como lo fue el

Gerente y el personal a cargo, que nos llevaron a diferentes áreas de la compañía, mostrándonos sus procesos y la función que cumplía cada máquina, como se distribuía la planta y los empaques que realizaban en la planta, logramos identificar algunos puntos clave que nos sirvieron de base para el desarrollo de esta investigación.



Ilustración 1 Maquinaria Planta

7.1 Identificar Datos claves para el Modelo de Simulación

➤ **Tiempo de ciclo en las máquinas.** Para comprender cada tiempo en el cual podremos simular los procesos de las máquinas, debemos entender que nos vamos a encontrar con diferentes variables, como pueden ser: El tamaño de la lámina de cartón, su grosor, si es o no plastificado, si es o no corrugado, cada diferencia y cada proceso que se va a manejar en cada máquina tendrá constantes y variables, según la configuración o el proyecto que lleve CorruPack S.A.S., en su momento.

➤ Para este análisis se tuvieron en cuenta, procesos con más demanda y de rotación continua en CorruPack S.A.S., esto nos ayudo a establecer donde se encontraban los tiempos muertos, cuellos de botella y posibles áreas en las que se podrían encontrar mejoras continuas durante su proceso, también se tuvo en cuenta los tiempos en que las máquinas llevan su mantenimiento, por lo cual tienen que

parar un tiempo prudente, todos estos momentos se determinarán en el flujo del trabajo, para determinar los procesos a seguir.



Ilustración 2 Calentamiento Maquina 1



Ilustración 3 Troqueles usados en Planta

Capacidad de Maquinaria

Esto representa la capacidad que se puede generar dependiendo las máquinas que puedan estar activas al momento de su función, para determinar datos específicos que generan estas máquinas, en horas hombre, podemos determinar el tiempo en minutos por producción, y midiendo horas en producción, haciendo una recolección de datos significativos teniendo en cuenta pausas, cuellos de botella y demás en cada producción de las máquinas, esto nos ayudará a comprender cuanto es la probabilidad de producción por hora y minuto al día, sacando un dato base de como podemos dar un valor aproximado de producción y una mejora en el dato diario estimado de producción.



Ilustración 4 Alistamiento de M.P

En el recorrido de la empresa CorruPack S.A.S., tuvimos la oportunidad de dialogar con los operarios y los encargados de las máquinas de la planta, donde nos dan a conocer los desafíos diarios que se presentan como es normal en las plantas de producción, información aproximada de datos en producción, su cultura organizacional, el talento humano, se realizó la revisión de los diagramas de flujo, indicadores de producción, manuales operativos y de funciones, capacidad de producción, nos dieron a conocer las fallas y falencias que como personal que labora en la compañía, podrían favorecer el proceso en su elaboración, se dio a conocer como sería la implementación del software FlexSim y de qué manera podría ayudar a los procesos de la empresa CorruPack S.A.S..

7.1.2 Diseño del modelo de simulación.

Construcción del Modelo. Para la construcción del modelo a seguir, en la simulación del proceso de la planta CorruPack S.A.S., trabajamos el Software FlexSim, este es un software de simulación de eventos discretos utilizado en industrias como la manufactura, logística, atención médica, y más. Permite a los usuarios crear modelos virtuales de sistemas complejos, como líneas de producción, almacenes, hospitales, entre otros, para simular su funcionamiento y analizar su desempeño, con este Software diseñamos, y probar diferentes escenarios, ajustamos parámetros y vemos cómo afectan al rendimiento del sistema en términos de eficiencia, costos, tiempos de espera, entre otros. Esto nos ayuda a tomar decisiones informadas para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la productividad antes de implementar cambios en el mundo real.

Incorporar Parámetros Críticos. En esta parte recolectamos los datos tomados en la planta, con una máquina base donde pudimos obtener tiempos de procesamiento, velocidades en producción, secuencias y cada parcial de rotación que se debía hacer en la máquina según la lámina de cartón que trabajara al momento de la toma de tiempos.



Ilustración 5 Software FlesXim

7.1.3 Desarrollo del modelo FlexSim

Basándonos en el modelo productivo de CorruPack S.A.S., y usando el software FlexSim, simulamos el proceso de producción involucrando diferentes máquinas y sus interacciones en la planta, permitiendo una comprensión visual en el flujo de producción de la planta.

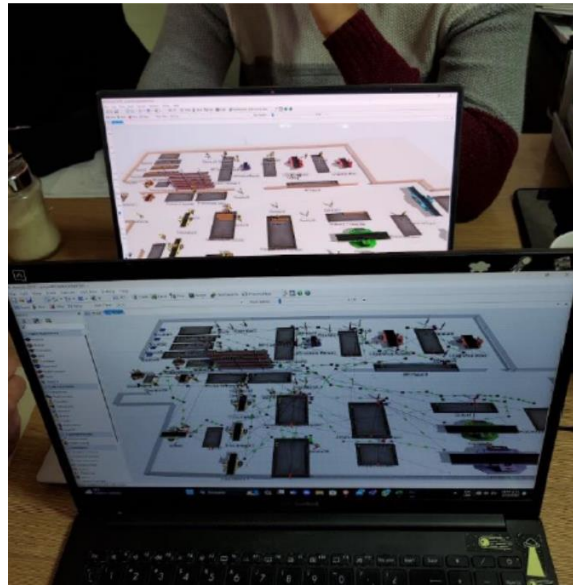


Ilustración 6. Simulación en FlexSim

Se realizaron las simulaciones en el software FlexSim, para así poder tomar tiempos muertos, procesos productivos y cuellos de botella, analizando las posibles causas.

Se desarrollan estrategias en el software, para poder para minimizar estos tiempos muertos y eliminar los cuellos de botella, ocurridos por el volumen de material o carga de trabajo que se genera en el momento de la producción.

Cada resultado de las simulaciones realizadas, fueron comparadas con el tiempo real y el trabajo manual de los operarios, sacando datos y estadísticas que pueden ayudar a agilizar estos procesos y determinar donde se pierde el flujo laboral, en el proceso productivo.

Capítulo VIII

8. Resultados

8.1 Relación con las asignaturas de la carrera.

➤ **Gestión de Operaciones.**

Esta materia es fundamental para garantizar que CorruPack S.A.S., pueda producir o entregar sus productos o servicios de manera más eficientes manteniendo altos estándares de calidad y maximizando su rentabilidad, esta materia emprende en planificación de producción, control de inventario, mejora de procesos y gestión de la cadena de suministro.

➤ **Investigación de Operaciones.**

Esta materia nos dio las bases para la toma de decisiones más informadas, eficientes y estratégicas en todas las áreas de las operaciones, como lo son optimización de recursos, toma de decisiones estratégicas, mejora de procesos y planificación y programación.

➤ **Diseño de sistemas de Producción.**

Nos dio las herramientas y conocimientos necesarios para planificar, diseñar y optimizar sus procesos de producción, lo que nos permite mejorar la eficiencia, la calidad y rentabilidad en las operaciones a realizar, en estos procesos encontramos: eficiencia de la producción, flexibilidad y adaptabilidad, optimización de la cadena de valor, gestión de inventarios y garantía de calidad.

➤ **Gestión de Proyectos.**

Esta materia nos permitió planificar, ejecutar y controlar los proyectos de manera más eficiente, asegurando que se entreguen resultados de calidad, dentro de un plazo y presupuesto establecido.

➤ **Ingeniería de Métodos.**

Aquí pudimos determinar de manera más eficiente, reduciendo el tiempo y los recursos, tanto como los costos involucrados, generando, análisis de procesos, identificación de áreas de mejoras, reducción de costos, mejoras de calidad y aumento de competitividad en la empresa.

➤ **Simulación de Procesos.**

Esta herramienta nos permitió modelar y analizar el comportamiento de los sistemas complejos a lo largo de la elaboración del proyecto, imitando su funcionamiento en un entorno virtual, aquí pudimos determinar el análisis de rendimiento, modelado de sistemas complejos, optimización de procesos diseño de instalaciones, planificación y programación, toma de decisiones informada y reducción de riesgos.

8.2 Costos.

RUBRO	Costo Estimado (COP)
Fuente de financiación Recursos propios Financiamiento externo	
Rubros no financiables	\$200.000
Personal del proyecto	\$100.000
Honorarios	
Otros gastos del personal	
Equipo	
Computadora	\$2.000.000
Software de simulación (FlexSim)	\$50.000
Rubros Financiables	\$50.000
Materiales e insumos	
Papel, tinta y otros materiales	\$50.000
Otros insumos	
Servicios técnicos	
Consultoría técnica	\$30.000
Capacitación e información	\$100.000
TOTAL ESTIMADO	\$2.500.000

8.2.1 Proyección

Proyecto de Impacto

Basados en los resultados de la simulación, se proyecta que la implementación de las estrategias propuestas tendrá el siguiente impacto:

Reducción de tiempos muertos. Se estima una reducción del 15% en los tiempos muertos del proceso productivo.

Aumento de la eficiencia operativa. Se proyecta un aumento del 20% en la eficiencia operativa de la empresa.

Optimización de recursos. Se espera una optimización del 10% en la asignación de recursos humanos y materiales.

➤ Desarrollo de Escenarios

En este proceso estratégico implicamos la creación de posibles futuros alternativos, en función de diferentes variables y tendencias, esto ayudara a CorruPack S.A.S., a prepararse para una amplia gama de situaciones. Y a tomar decisiones más informadas en su entorno empresarial, incierto y cambiante.

➤ Comparación de Datos Reales.

Realizamos la comparación de datos reales con los simulados en el software FlexSim y así poder garantizar una viabilidad y precisión concreta con los datos reales realizados por el personal de CorruPack S.A.S.

Capítulo IX

9. Discusión.

Explorando y analizando el proyecto en reunión, con los directivos, operarios y personal que desempeña funciones en la empresa CorruPack, podemos definir que cada proceso que se genera en la empresa tiene que ser minuciosamente detallado ya que tiene suficientes variables, con el software FlexSim, encontramos resultados para optimización de procesos, mejora en la productividad, toma de decisiones estratégicas e implementación de recursos viables y biodegradables para la solución económica en el camino económico para la compañía.

Objetivo del Proyecto

Como Objetivo buscamos aplicar lo visto en la carrera, colocando en sentir cada proceso de ingeniería, cada materia vista y dando resultados lógicos, reales y oportunidades de mejora, generando agilización de procesos, evitando cuellos de botella y brindando una solución económica, fácil y agradable a cada persona de la empresa, siempre manteniendo altos estándares de calidad.

Recopilación.

Se realizaron varias visitas a CorruPack, con el fin de recopilar ideas, generar estudios de cada caso de producción, crear incógnitas de productividad, llevar una metodología que nos ayudara a generar los cambios esperados por los directivos y que fuera viable y comprensible para los empleados de la planta, corrigiendo con el software FlexSim cada proceso hasta convertirlo en una simulación real al momento en la planta y generando los cambios esperados.

Se realizaron varias reuniones con los directivos, con el fin de mostrar el proceso en la simulación, tomar detalles de cada proceso, realizar los cambios y ajustes necesarios, para así cumplir con el proyecto propuesta en el sistema y así poder datos reales, determinando la agilización de procesos y eliminando cuellos de botella y pérdida de recursos tanto en tiempo como dinero.

Beneficios y Aprendizajes

Al iniciar el proyecto comenzamos a aplicar lo visto en la carrera y como ingenieros, nos enfrentamos a el mundo real, lleno de obstáculos, barreras, retos y nos da la clave para poder iniciar a aplicar cada momento de la ingeniería, entre falla, error y corrección, podemos determinar que este camino nos brindó la oportunidad de conocer que somos capaces con los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera, como también en el proceso se aprende a como dar solución a problemas que se van surgiendo en el camino, buscar soluciones agradables y cada momento nos permite prepararnos para los desafíos que nos encontraremos en el mundo real cuando ya estemos frente a cada proceso o liderando estos mismos.

Capítulo x

10.1 Conclusiones.

- Concluyo que la implementación de FlexSim en CorruPack S.A.S. demostró ser una herramienta efectiva para modelar y simular los procesos de producción y logística de la empresa. La capacidad de FlexSim para replicar con precisión el funcionamiento de las operaciones de la empresa permitió una evaluación exhaustiva de diferentes escenarios y estrategias de mejora.
- También podemos concluir que tuvimos plena identificación de cuellos de botella y áreas de mejora, la simulación de los procesos en CorruPack S.A.S. reveló varios cuellos de botella y áreas de ineficiencia en la producción y la cadena de suministro. Estas áreas fueron identificadas y priorizadas para implementar medidas de mejora con el objetivo de aumentar la eficiencia operativa y reducir los tiempos de ciclo.
- Esta simulación nos permitió optimizar la capacidad de producción de CorruPack S.A.S. al identificar los recursos subutilizados y proponer ajustes en la programación de la

producción y en la asignación de recursos para maximizar la utilización de la maquinaria y del personal.

➤ Como ingenieros y poder estar en el campo de acción podemos concluir que en este proyecto podemos resaltar la importancia crítica de optimizar los procesos industriales para mejorar la eficiencia y la competitividad de una empresa, también la simulación permitió identificar áreas de mejora y tomar medidas para maximizar la utilización de recursos y reducir los tiempos de ciclo.

10.2 Recomendaciones.

➤ Basándonos en la experiencia vivida en la empresa, recomendaría que es importante invertir en la capacitación y el desarrollo del personal para que estén familiarizados con las mejores prácticas en la operación de equipos y procesos. Esto puede incluir programas de entrenamiento en el uso del software de simulación, como lo es FlexSim, así como en técnicas de mejora continua y resolución de problemas.

➤ Es importante implementar estrategias para optimizar la gestión de la cadena de suministro, como la colaboración más estrecha con proveedores clave, la implementación de sistemas de gestión de inventario just-in-time y la exploración de opciones de transporte más eficientes.

➤ Se debería estar al tanto de las últimas tecnologías emergentes en el campo de la fabricación y la logística, como la automatización, la robótica y la inteligencia artificial, y evaluar su potencial para mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos en CorruPack.

➤ Tener un análisis mes a mes de resultados donde se pueda determinar, donde se encuentran los cuellos de botella como la agilización de procesos y así poder dar un salto a que los indicadores de productividad puedan mejorar continuamente.

Referencias

- (2024). *la transformación digital revoluciona el sector de la minería de carbón (Industria y Energía)*. ULINK MEDIA - IOTE EXPO. Obtenido de <https://internetdelascosas.xyz/articulo.php?id=4764&titulo=La-transformacion-digital-revoluciona-el-sector-de-la-mineria-del-carbon>
- (2024). *Grupo Nutresa: la evolución digital inicia por el talento (Portafolio)*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/nutresa-trazo-el-camino-hacia-la-transformacion-digital-558945>
- (2016). *Transformación Digital Episodio I, Starbucks (Marketing Digital)*. Obtenido de <https://www.expansion.com/blogs/marketing-social-club/2016/12/20/transformacion-digital-episodio-i.html>
- (DANE), D. A. (s.f.). *Estadística del sector manufacturero en Colombia*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/>
- AUTOMY. (s.f.). *Transformación Digital y Automatización de Procesos: El Caso de Bavaria y AUTOMY*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/caso-de-%C3%A9xito-bavaria-automy-automy/?originalSubdomain=es>
- Bogotá, C. d. (s.f.). *Análisis del sector de empaques y embalajes en Colombia*. Obtenido de <https://www.ccb.org.co/>
- Bravo, J. (31 de Marzo de 2023). *El Economista*. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/opinion/La-tecnologia-de-la-fabrica-de-Tesla-20230331-0036.html>
- Economica, L. (s.f.). *Transformación Digital en el Sector Eléctrico Colombiano: Caso de Éxito de Celsia en Colaboración con Schneider Electric*. Obtenido de <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/celsia-realizo-proceso-de-transformacion-digital-de-la-mano-de-schneider-electric/>

- Oee, S., & Oee, S. (2023, 1 agosto). *Lean manufacturing*. Sistemas OEE - Technology To Improve.
<https://www.sistemasoe.com/leanmanufacturing/#:~:text=El%20Lean%20Manufacturing>
- %2C%20o%20tambi%C3%A9n,tipo%20de%20valor%20al%20proceso.
- Aula. (2023, 30 mayo). Qué es la simulación de procesos industriales y cómo se realiza. *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-simulacion-de-procesos-industriales/>
- Admin, Admin, & Admin. (2023, 12 febrero). *La automatización industrial: ¿Qué es? Sus características más relevantes*. AUTEXOPEN -. [https://www.autex-](https://www.autexopen.com/automatizacion-industrial/automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20industrial%20es%20un,la%20calidad%20de%20los%20productos)
- [open.com/automatizacion-industrial/automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20industrial%20es%20un,la%20calidad%20de%20los%20productos](https://www.autexopen.com/automatizacion-industrial/automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20industrial%20es%20un,la%20calidad%20de%20los%20productos).
- editor. (2024, 13 febrero). *Calidad total: definición y conceptos fundamentales*. ISO 9001:2015. <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2022/06/calidad-total-definicion-y-conceptos-fundamentales/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20calidad%20total,todos%20sus%20grupos%20de%20inter%C3%A9s>.
- BXTi. (2023, 26 abril). *La innovación tecnológica como clave del éxito en la industria moderna*. <https://www.linkedin.com/pulse/la-innovaci%C3%B3n-tecnol%C3%B3gica-como-clave-del-%C3%A9xito-en-industria-moderna/>

- García, A. (2018). Seguridad y Salud Ocupacional: Normativa y Prácticas en Colombia. Editorial Jurídica Colombia.
- Ramírez, J. (2019). Normativas de Calidad y Estándares de Producto en Colombia. Revista Nacional de Calidad, 15(2), 45-60.
- Gómez, M. (2020). Protección de la Propiedad Intelectual en Colombia: Una Perspectiva Legal. Universidad de Los Andes.
- Martínez, L. (2017). Legislación Ambiental en Colombia: Retos y Oportunidades para las Empresas. Revista de Derecho Ambiental, 10(1), 78-95.
- Pérez, F. (2018). Normativas Laborales y Derechos de los Trabajadores en Colombia. Revista Laboral, 22(3), 112-130.
- Sánchez, D. (2021). Transformación Digital en Colombia: Marco Legal y Desafíos para las Empresas. Harvard Business Review Colombia, 8(4), 55-70.