



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA
TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

AUTOR:

BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSE

TUTOR:

ING. LUCIN BORBOR JORGE MANUEL, MSc

La Libertad, Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO
LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA
TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSE

TUTOR:

ING. LUCIN BORBOR JORGE MANUEL, MSc

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSÉ**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR (A)

f. 
Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano, MSc.

La Libertad, a los 15 del mes de diciembre del año 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, “MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR”, elaborado por el Sr. **BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSÉ**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR (A)



f. _____
Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, MSc

La Libertad, a los 15 días del mes de diciembre del año 2023

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Bernabé Villón Oswaldo José**


DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR**” previo a la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 15 días del mes de diciembre del año 2023

EL AUTOR

f. 

Bernabé Villón Oswaldo José

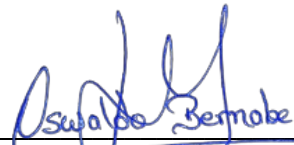
AUTORIZACIÓN

Yo, **BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSE**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 15 días del mes de diciembre del año 2023

AUTOR:

f. 

Bernabé Villón Oswaldo José

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

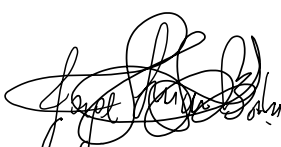
En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR**” elaborado por el Sr. **BERNABÉ VILLÓN OSWALDO JOSE**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COPILATION, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

The screenshot shows the Copilation antiplagiarism report interface. At the top left is the logo for 'CERTIFICADO DE ANÁLISIS magister'. The main title of the document is 'TT- modelo de optimizacion copilation'. A green circle indicates a 2% similarity rate. Other statistics shown include: 0% similarities between paragraphs, < 1% unrecognized language, 0% generated paragraphs, and 91,894 characters. Metadata includes: Document Name: TT- modelo de optimizacion copilation.docx, ID: 91d80f380da85939b9daf951e034e7f712eca36, Original Size: 542.03 kB, Depositor: JORGE MANUEL LUCIN BORBOR, Date of Deposit: 9/12/2023, Upload Type: interface, and Analysis Date: 9/12/2023.

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, MSc
C.I.: 0907211585

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

La Libertad, 8 de noviembre del 2023

CERTIFICADO

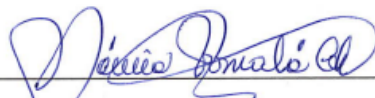
MÓNICA TOMALÁ CHAVARRÍA, Licenciada en Lengua y Literatura Española, Docente en la Carrera de Educación Inicial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, certifico que:

He leído, revisado y corregido la redacción en la concordancia, la morfología, la sintaxis y la ortografía del contenido del Trabajo de Integración Curricular **"MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR"**. Elaborado por el Autor OSWALDO JOSE BERNABÉ VILLÓN, previo a la obtención del TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL, CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA de la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.

Debo indicar, además, que es de exclusiva responsabilidad que el Autor cumpla con las sugerencias y recomendaciones dadas en la corrección de la documentación impresa.

Es todo lo que puedo afirmar en honor a la verdad.

Atentamente,



LICENCIADA MÓNICA TOMALÁ CHAVARRÍA, Mag.
DOCENTE
SENESCYT REGISTRO No 1031-1386042144

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi familia, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental en el desarrollo de este proyecto académico. En especial, deseo dedicar un profundo reconocimiento a mis abuelos, quienes con amor, paciencia y sabiduría han sido faros de inspiración a lo largo de este viaje. Su legado de valores, dedicación y aliento constante ha dejado una huella imborrable en mi formación, guiándome con su ejemplo a lo largo de esta travesía académica. A ellos les dedico este logro, agradecido por la fortaleza que me han transmitido y por el amor que ha sido mi motor en cada paso. Este trabajo es, en parte, el reflejo de la herencia de esfuerzo y dedicación que he recibido de mis queridos abuelos. Gracias por ser la raíz sólida de mi camino hacia el éxito.

Oswaldo Bernabé

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico con profundo cariño y gratitud a mi familia, cuyo apoyo constante ha sido la fuerza motriz detrás de cada paso en este camino académico. En especial, quiero expresar mi dedicación a mis abuelos, pilares fundamentales de amor, sabiduría y aliento incondicional. Su legado de valores ha iluminado mi trayectoria, y este logro es un testimonio de la inspiración que he encontrado en sus ejemplos de perseverancia y sacrificio. A mis abuelos, quienes han tejido con su amor una red sólida en la que se sostiene mi éxito, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y con la esperanza de honrar el legado que generosamente me han transmitido.

Oswaldo Bernabé

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____


Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano, MSc
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. Edison Noé Buenaño Buenaño Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f.  _____

Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, Msc
DOCENTE TUTOR

f.  _____

Ing. Juan Carlos Muynema Allaica, Meng
DOCENTE GUÍA DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIA	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	9
MARCO TEÓRICO	9
1.1. Antecedentes investigativos	9
1.2. Estado del arte	11
1.2.3. Variable independiente: teoría de restricciones	21
1.2.4. Variable dependiente: Modelo de Optimización.....	23
1.3. Fundamentos teóricos	25
1.3.1. Teoría de restricciones	25

1.3.2.	Medición de desempeño.....	26
1.3.3.	Restricciones	27
1.3.4.	Principios de la teoría de restricciones (TOC).....	27
1.3.5.	Identificación de las restricciones.....	28
1.4.1.	Pasos básicos para implantar el modelo de optimización.....	29
1.5	Tiempo y su relación con la optimización de procesos.....	30
1.6	Sector manufacturero	30
1.7.	Industria atunera y de sardina en el Ecuador	31
CAPÍTULO II		33
MARCO METODOLÓGICO.....		33
2.1.	Enfoque de investigación	33
2.2.	Diseño de investigación	33
2.3.	Procedimiento metodológico	34
2.4.	Censo en la línea de producción.....	37
2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos (adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)	38
2.5.1.	<i>Método de recolección de datos en la línea de producción.....</i>	<i>39</i>
2.5.2.	Técnicas de recolección de los datos en la línea de producción.....	40
2.5.3.	Instrumento de recolección de datos en la línea de producción	41
2.6.	Variables y operación.....	41
2.6.1.	Operacionalización de las variables	42
2.7.	Procedimiento para la recolección de los datos	43
2.8.	Plan de análisis e interpretación de datos.....	43
CAPÍTULO III.....		46
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
3.1.	Presentación de resultados	46
3.1.1.	Validación de instrumentos	46
3.1.2.	Resultado de la encuesta aplicada en la línea de producción.....	47
3.1.3.	Análisis de Fiabilidad de Kuder Richardson (KR20)	48
3.2.	Correlación de las variables	49
3.4.	Propuesta mejorada	65
3.4.1.	Tema.....	65

3.4.2.	Introducción	65
3.4.3.	Descripción del modelo de optimización usando la teoría de restricciones	66
3.5.	Investigación de operación y teoría de restricción.....	66
3.5.1.	TOC y Throughput	67
3.5.2.	Investigación de operación y PL	67
3.6.	Caso de aplicación: Empresa Marina Trading S.A.	67
3.6.1.	Descripción del proceso productivo	68
3.7.	Descripción del caso de aplicación	69
3.7.1.	Modelo de optimización.....	70
3.7.2.	Análisis de la aplicación de la teoría de restricciones.....	71
3.8.	Solución del caso de aplicación	72
3.8.1.	Identificar la restricción	72
3.8.2.	Definición de las variables.....	73
3.8.3.	Solución obtenida del Throughput de la TOC	74
3.8.4.	Elevar la restricción	74
	CONCLUSIONES.....	85
	RECOMENDACIONES.....	86
	Referencias.....	87
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Tiempos de producción por procesos</i>	5
<i>Tabla 2: Extracción de datos más relevantes</i>	15
<i>Tabla 3: Características del artículo</i>	21
<i>Tabla 4: Medición de desempeño</i>	26
<i>Tabla 5: Números de colaboradores por área y estratificación poblacional</i>	37
<i>Tabla 6: Operacionalización de variables</i>	42
<i>Tabla 7 Etapas para el tratamiento de datos</i>	43
<i>Tabla 8 Plan de análisis e interpretación de datos</i>	45
<i>Tabla 9 Resultados de la encuesta realizada a los colaboradores</i>	48
<i>Tabla 10 Resultados del método de Kuder</i>	49
<i>Tabla 11: Correlación de variables</i>	50
<i>Tabla 12: Tabla de replicas (lata pequeña)</i>	54
<i>Tabla 13: Tabla de replicas (lata mediana)</i>	55
<i>Tabla 14 Tabla de replicas (Lata grande)</i>	56
<i>Tabla 15: Tabla de suplemento</i>	57
<i>Tabla 16: Valoración del proceso</i>	57
<i>Tabla 17: Tiempo normal (lata pequeña)</i>	58
<i>Tabla 18: Tiempo normal (lata mediana)</i>	59
<i>Tabla 19: Tiempo normal (lata grande)</i>	60
<i>Tabla 20: Diagrama de análisis de procesos (lata pequeña)</i>	61
<i>Tabla 21: Diagrama análisis de procesos (lata mediana)</i>	62
<i>Tabla 22: Diagrama análisis de procesos (lata Grande)</i>	63
<i>Tabla 23: Unidades producidas por minuto</i>	64
<i>Tabla 24 Identificación de restricción</i>	73
<i>Tabla 25 Solución de la TOC</i>	74
<i>Tabla 26 Mejoras de la propuesta</i>	75
<i>Tabla 27: Nueva producción</i>	76
<i>Tabla 28: Presupuesto de tema de investigación</i>	80
<i>Tabla 29: Costos y gastos de producción</i>	81
<i>Tabla 30:Flujo de Caja</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Representación de la problemática de la baja productividad</i>	3
<i>Figura 2 Representación de las causas de la baja productividad</i>	4
<i>Figura 3: Diagrama de Pareto</i>	5
<i>Figura 4: Pasos para el análisis Bibliométrico</i>	13
<i>Figura 5: Análisis de Autores por Artículos</i>	14
<i>Figura 6: Cantidad de citas por artículo</i>	17
<i>Figura 7: Publicaciones efectuadas por año</i>	18
<i>Figura 8: Propuesta de Modelo</i>	19
<i>Figura 9: Método, mas utilizado</i>	19
<i>Figura 10: Técnica empleada</i>	20
<i>Figura 11: Instrumentos utilizados</i>	21
<i>Figura 12: Pasos de la teoría de restricciones</i>	28
<i>Figura 13: Componentes de un modelo de optimización</i>	29
<i>Figura 14: Pasos de un modelado</i>	30
<i>Figura 15: Países exportadores Sudamericanos y a nivel mundial</i>	31
<i>Figura 16: Países consumidores</i>	31
<i>Figura 17: Principales provincias procesadoras de pescado en conserva</i>	32
<i>Figura 18 Planificación del proceso metodológico</i>	35
<i>Figura 19 Pasos de la teoría de restricciones</i>	37
<i>Figura 20 Criterios metodológicos</i>	38
<i>Figura 21 Plan de recolección de datos</i>	39
<i>Figura 22: Recolección de datos</i>	40
<i>Figura 23: Descripción del proceso de producción de la empresa</i>	51
<i>Figura 24: Estructura organizacional Marina Trading S.A.</i>	52
<i>Figura 25: Flujo de proceso de la empresa Marina Trading S.A.</i>	53
<i>Figura 26 Proceso productivo</i>	68
<i>Figura 27: Diagrama de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, producto pequeño)</i>	77
<i>Figura 28: Diagrama de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, producto mediano)</i>	78
<i>Figura 29: Diagrama de análisis de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, Producto grande)</i>	79
<i>Figura 30: Simulación del modelo propuesto</i>	80

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Preguntas de la encuesta realizada a los colaboradores</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 2: Guía de entrevista</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 3: Guía de entrevista</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 4: Guía de entrevista</i>	<i>102</i>
<i>Anexo 5 Ejecución de la Encuesta.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 6 Ejecución de la Encuesta.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 7 Ejecución de la Encuesta.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 8 Ejecución de la Encuesta.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 9: Resultados de encuesta por diagrama de barras.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 10: Validación de las preguntas por Experto.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 11: Cálculos del KR-20</i>	<i>103</i>

“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICIONES EN LA EMPRESA MARINA TRADING S.A., SALINAS, ECUADOR”

Autor: Bernabé Villon Oswaldo Jose

Tutor: Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, MSc

RESUMEN

Esta tesis se enfoca en diseñar y aplicar un modelo de optimización de procesos mediante, la Teoría de Restricciones (TOC) en la empresa Marina Trading S.A. en Salinas, Ecuador. La investigación busca evaluar cómo esta implementación mejora el proceso productivo de la industria manufacturera. La importancia de optimizar procesos radica en la eficiencia, reducción de costos y mejora de la competitividad en el mercado. La metodología se basa en la TOC, analizando cuellos de botella con un enfoque sistemático y utilizando la herramienta Pareto para identificar y mitigar los factores críticos. Los objetivos son claros: diseñar el modelo de optimización utilizando la TOC. La tesis se estructura en tres capítulos, abordando el estado del arte, el marco metodológico y presentando los resultados y conclusiones. Este estudio contribuye a la mejora continua y la competitividad en el ámbito empresarial. El trabajo se estructura en tres capítulos: el primero presenta el estado del arte mediante el método del meta-análisis correlacional; el segundo expone el marco metodológico, analizando el estado actual del sistema de producción de Marina Trading S.A. y la aplicación de la TOC; y el tercer capítulo presenta los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de la investigación. Este estudio busca aportar conocimientos valiosos para la mejora continua y la competitividad en el mercado empresarial.

Palabras Claves:

Optimización de procesos, Teoría de Restricciones (TOC), Empresa manufacturera, Mejora continua, Eficiencia productiva, Cuellos de botella.

“PROCESS OPTIMIZATION MODEL APPLYING THE THEORY OF CONSTRAINTS IN THE COMPANY MARINA TRADING S.A., SALINAS, ECUADOR”

Author: Bernabé Villon Oswaldo Jose

Tutor: Ing. Lucin Borbor Jorge Manuel, MSc

ABSTRACT

This thesis focuses on the design and application of a process optimization model using the Theory of Constraints (TOC) at Marina Trading S.A. in Salinas, Ecuador. The research seeks to evaluate how this implementation improves the production process of the manufacturing company. The importance of optimizing processes lies in efficiency, cost reduction and improved competitiveness in the market. The methodology is based on TOC, analyzing bottlenecks with a systematic approach, and using the Pareto tool to identify and mitigate critical factors. The objectives are clear: to design the optimization model using TOC. The thesis is structured in three chapters, addressing the state of the art, the methodological framework and presenting the results and conclusions. This study contributes to continuous improvement and competitiveness in the business environment.

The paper is structured in three chapters: the first presents the state of the art using the correlational meta-analysis method; the second presents the methodological framework, analyzing the current state of the production system of Marina Trading S.A. and the application of TOC; and the third chapter presents the results obtained and the conclusions derived from the research. This study seeks to provide valuable knowledge for continuous improvement and competitiveness in the business market.

Key words:

Process optimization, Theory of Constraints (TOC), Manufacturing company, Continuous improvement, Productive efficiency, Bottlenecks.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el rol que cumplen las empresas u organizaciones en los mercados que tienen un entorno con altas probabilidades de mostrar cambios o con alto porcentaje de variabilidad, depende en gran medida de cuál será la elección metodológica de mejora continua que empleará, con la finalidad que ésta les permita tener una mejora en su productividad, manteniendo su posicionamiento competitivo. Lo expresado, anteriormente tiende a la mejora de los modelos de gestión basado en términos como efectividad, eficacia y por consiguiente eficiencia (Soto-Chávez et al., 2021)

Para Roma, (2022) a nivel mundial se lograron producir 178 millones de toneladas de pesca para el año 2020, teniendo una baja de un millón en comparación con la producción histórica del año 2018 hasta la actualidad la producción mundial ha tenido un crecimiento al ritmo de 3.3% al año desde 1950; a la cabecilla de estos países se encuentra China con un aporte a la producción mundial del 39%. (EMR, 2022), el mercado latinoamericano llegó a producir un promedio de 524 mil toneladas en el 2021 con una expectativa de crecimiento del 4.84% para los años siguientes.

Constantemente, las industrias buscan mantener un nivel de competitividad, ya sea ésta en un mercado local o extranjero, ante esto tienden a la mejora continua, haciendo uso de herramientas como: la teoría de restricciones, six-sigma, industrias 4.0, las 5's, las mismas permitirán lograr a las empresas poder ser más precisos en su producción, además de poder satisfacer la demanda del mercado a tiempo (Gabriela Villagómez et al., 2019)

En la actualidad, el Ecuador siendo un país en vía de desarrollo atraviesa un cambio de fortalecimiento en sus industrias manufactureras como: la alimenticia, textil, petrolera, minera, pesquera, entre otras, por esta razón, los gestores o gerentes de las organizaciones buscan la implementación de herramientas que les permita tomar decisiones correctas con la finalidad de poder mejorar sus niveles de productividad, buscando un crecimiento empresarial que genere beneficios (Juiña et al., 2017).

Un claro ejemplo de este fortalecimiento son las industrias procesadoras de atún o sardina que buscan deliberadamente mejorar sus tiempos y reducir sus costos de producción haciendo uso de herramientas como la teoría de las restricciones, que permite identificar cada uno de los puntos débiles con los que cuenta su línea de procesos desde la materia prima hasta el producto terminado (Ministerio del comercio Exterior, 2019), actualmente, estas industrias procesadoras de pescado, aportan con el 65.48% en la generación total de divisas, representan un 8.71% en las exportaciones no petroleras del país con 340 mil toneladas procesadas por año en esta industria.

La empresa Marina Trading S.A., dedicada al procesado de sardina en conserva tiene una producción de 9 a 10 toneladas diarias de 11 horas de trabajo y una capacidad producción de 15 toneladas, ve en sus oportunidades de mejora un plus que les permita poder competir en el mercado local, haciendo su sistema productivo más eficiente y con una disminución de sus costos de producción; esto se logrará con el siguiente Trabajo de Investigación que consiste en el diseño de un modelo de optimización de procesos empleando la teoría de restricciones, ya que con esta herramienta se podrán ver “los cuellos de botellas” presentes en el proceso productivo.

Planteamiento del Problema:

Actualmente, la empresa realiza actividades de recepción, almacenamiento, lavado, envasado, cocción, dosificación, cierre, esterilización, limpieza y etiquetados, empaquetado, almacenamiento. La organización tiene un claro compromiso con sus clientes, pues, quiere brindar el mejor producto a sus consumidores con el fin de satisfacer cada una de sus necesidades en los tiempos previstos.

Sin embargo, recientemente la empresa Marina Trading S.A está afectada por anomalías en su proceso productivo ya que no logra cumplir con la programación diaria establecida o no cumple con la producción a tiempo debido a una serie de restricciones que se encuentra actualmente en la línea de producción, entre las que se pueden mencionar:

Los tiempos muertos o tiempos improductivos se presentan durante el proceso productivo por problemas de paralización de máquinas, equipos y personal, esto provoca la pérdida de tiempo en el proceso, y no logran cumplir con la programación

en el tiempo previsto, de tal manera, se refleja también, en el incremento de los costos productivos.

A través del paso del tiempo se ha podido constatar que una de las fuentes primarias que ocasiona pérdidas o desperdicios dentro de una línea de procesos es la pérdida de tiempo por acciones que no están relacionadas de forma directa a la línea de producción, esta es una de las razones en la cual una empresa presenta una baja producción y por consiguiente, una baja competitividad (Álvarez-Silvera., et al 2019).

La mala disposición y utilización del espacio físico dentro de la fábrica es otro de los inconvenientes, respecto a los tiempos y movimientos que mantiene, actualmente, ya que este es reducido y al momento de realizar maniobras no solo ocasiona demoras, también, se pone en riesgo la integridad física del operador, ya que la línea de procesos es un sistema continuo (Ortiz-Naranjo et al., 2022).

La mano de obra presente en el proceso de producción, también, forma parte de las restricciones dentro del proceso productivo, existen demoras por la falta de competencias y habilidades del personal y a una rotación esporádica de éste.

Figura 1 Representación de la problemática de la baja productividad

Diagrama Causa Efecto Marina Trading S.A

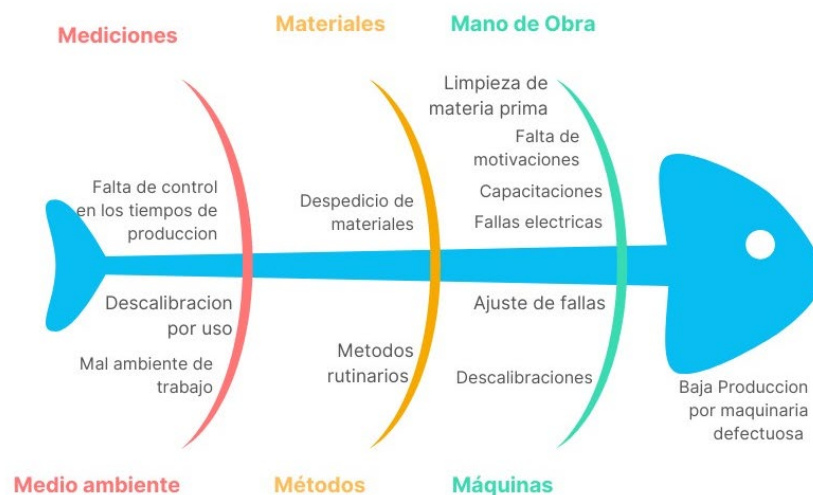


Nota: Elaborado por el autor

Con el diagrama de Ishikawa figura 1 y figura 2 se puede observar donde se encuentran los problemas que, actualmente, presenta la empresa, las mismas que originan demoras, en la figura 1 se pueden apreciar las causas generales del sistema, mientras que, en la figura 2 se pueden constatar las causas específicas que más demora causa en la línea de procesado de sardina, la misma que hace que la producción sea ineficiente ocasionando pérdidas a la organización. Haciendo uso de la herramienta de Pareto a continuación, se pueden apreciar los principales procesos con sus tiempos de producción.

Figura 2 Representación de las causas de la baja productividad

Diagrama Causa Efecto Marina Trading S.A



Nota: Elaboración propia

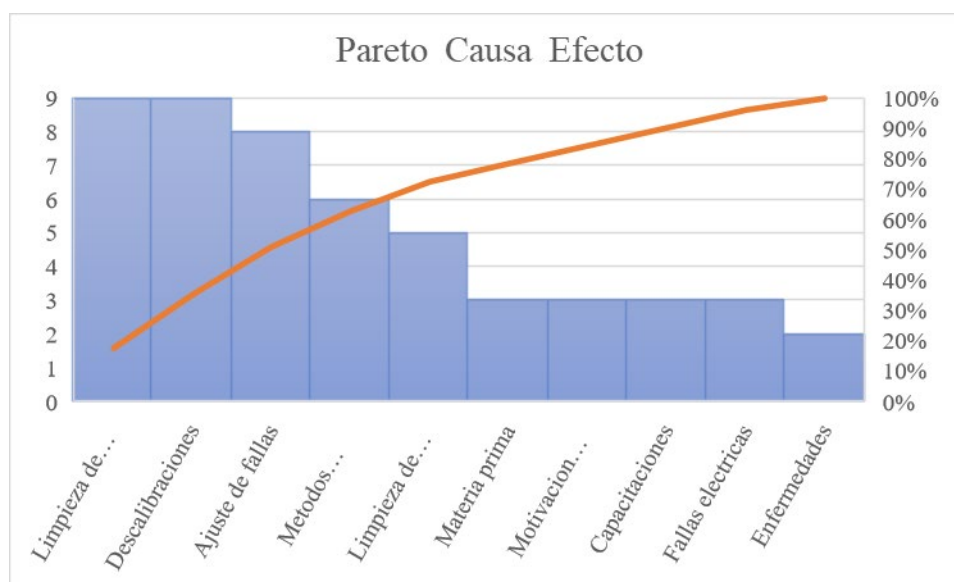
A través del análisis realizado en el diagrama de causa-efecto tabla 1 y figura 3, se pueden ver las principales causas que originan que la empresa no cumpla con la planificación establecida, validadas en los tiempos que se emplean para poder realizar las actividades establecidas en la línea de producción, teniendo un efecto negativo en los niveles de producción, ocasionando pérdidas no solo monetarias, si no a la vez pierde su posicionamiento en el mercado.

Tabla 1: Tiempos de producción por procesos

Causa: Demoras Por	Tiempo/ horas	Horas acumuladas	Frecuencia relativa %	Frec. Acumulada %
Limpieza de materia prima	9	9	18%	18%
Descalibraciones	9	18	18%	35%
Ajuste de fallas	8	26	16%	51%
Métodos rutinarios	6	32	12%	63%
Limpieza por desperdicios	5	37	10%	73%
Materia prima	3	40	6%	78%
Motivaciones personales	3	43	6%	84%
Capacitaciones	3	46	6%	90%
Fallas Electricas	3	49	6%	96%
Enfermetdades	2	51	4%	100%
Total	51		100%	

Nota: Elaboración propia

Figura 3: Diagrama de Pareto



Nota: Elaboración propia

Una opción para poder tratar cada una de estas causas es la creación de un modelo de optimización, aplicando la teoría de restricciones, debido a que éste utilizará las mediciones de cada una de las restricciones para formar el modelo y éste a su vez ayuda la toma de decisiones al momento de mejorar el sistema productivo.

Formulación del problema de investigación

El presente caso de estudio plantea la formulación del problema de investigación; ¿Al aplicar un modelo de optimización, en el proceso, se mejora el proceso productivo? En la actualidad, las empresas manufactureras tienden a familiarizarse y acoplarse a los distintos procesos de mejora continua para poder mejorar su tiempo de producción con la finalidad que ésta les otorga un mejor índice de productividad, así como, también, contar con una buena rentabilidad y a su vez, su índice de competitividad aumente (Soto-Chávez et al., 2021)

Alcance de la Investigación

La empresa Marina Trading S.A es una empresa ecuatoriana dedicada a procesar productos del mar con buenas prácticas de manufactura, ubicados en la Provincia de Santa Elena, en el cantón Salinas, uno de los destinos turísticos más visitado en el Ecuador. El presente Trabajo de Titulación es aplicado en la planta de producción de sardinas con la finalidad de desarrollar un modelo de optimización de procesos productivos, empleando la teoría de restricciones.

Se desarrollará un modelo matemático usando la teoría de restricciones a través de la programación lineal para la debida recolección y medición de los datos. El modelo de optimización estará formado por los datos recolectados y las mediciones realizadas dentro del proceso productivo, basándose en las problemáticas o restricciones con los que, actualmente, tiene que lidiar la empresa, dando como resultado un desempeño deficiente.

Con los cuellos de botella, debidamente, identificados, mediante, el uso de la teoría de restricciones se podrán considerar las variables que darán origen al desarrollo del modelo de optimización. Con el modelo matemático ya establecido se le dará solución, mediante, la utilización del software Excel de manera que los resultados arrojados permitan a los administradores poder tomar las decisiones correctas, para poder dar soluciones a las restricciones encontradas en la línea de producción y esto a su vez optimice dicho proceso dentro de la organización.

De tal manera que, la empresa Marina Trading, logre obtener un mejor proceso de producción con la optimización, también, se busca el uso de los recursos con los que cuenta dicha organización sea, de manera eficiente, viéndose reflejado en la

disminución en sus costos productivos y en el aumento de sus ingresos, sin olvidar mencionar que, también, podrá ser más competitiva y tener mayor presencia en el mercado nacional.

Justificación de la investigación

En el transcurso del tiempo, las empresas han desarrollado la necesidad de estructurar estrategias en sus sistemas de producción que les permita poder tener una ventaja sobre sus competidores, permitiendo su presencia en el mercado a través del tiempo, esto hace que el uso de herramientas, métodos y técnicas de optimización de sus procesos, resulte importante para mantenerse en un posicionamiento competitivo, y poder enfrentar las amenazas ente sus similares, el avance tecnológico y las constantes normas cambiantes (Marcial et al., 2022)

Para que una organización sea más competitiva en el mercado sus administradores se ven en la necesidad de mejorar u optimizar su línea de procesos, adoptando el cambio como una oportunidad de mejora ya que, el uso de metodologías de mejora continua, resulta ser trascendental al marcar un antes y un después de su aplicación en los niveles de producción que, habitualment, manejaba la empresa.

La teoría de restricciones TOC con sus 5 pasos analiza los factores causantes en los cuellos de botella y mediante, un análisis de proceso identifica los factores que pueden ser mitigados con el fin de ser mucho más productivos, lograr la mejora continua y la empresa puede ser cada vez más competitiva en el mercado ofreciendo un producto de buena calidad a precios módicos (Mora-Sánchez et al., 2018)

El modelo de optimización de recursos tendrá como base la aplicación de la teoría de restricciones por tratarse de la mejora continua, la misma que es sistemática, fomenta el orden y la diciplina en el puesto de trabajo, al ser solo una herramienta enfocada en explotar los recursos con los que cuenta la empresa, haciendo viable su aplicación para mejorar los actuales niveles de producción beneficiando a la empresa Marina Trading S.A. (Suárez-Vásquez et al., 2022)

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones en la empresa Marina Trading S.A., cantón Salinas, Ecuador

Objetivos Específicos

- I. Desarrollar el estado del arte aplicando el análisis bibliométrico para la validación de las variables de investigación
- II. Construir un marco metodológico para establecer estructura y sistemas necesarios para la recolección de datos
- III. Desarrollar el modelo de optimización para mejorar el proceso productivo y optimizar los recursos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

En el caso de investigación de Herrera-vidal et al., (2019), aplicaron un modelo de teoría de restricciones enfocado a la optimización de los procesos productivos de una empresa de plásticos con el cual se buscaba que su línea de procesos sea más eficiente, rápida y precisa. Con la aplicación del modelo se logró un incremento del 14.5% en las utilidades en comparación con el proceso anterior.

Marín-Marín et al., (2019), empleó un modelado el cual tenía consideraciones de optimización en una industria de cerámicas, teniendo como base la teoría de restricciones, ya que, actualmente, se presenta un bajo nivel de producción y deficiencia en su cadena de suministro con la finalidad de identificar sus cuellos de botella; con el desarrollo del modelo se pudo obtener un aumento del 4% en su productividad pasando de 41% a un 45%; las ventas pasaron de un 30% a un 80% teniendo un aumento significativo, y un aumento de 22 puntos en las entregas a tiempo.

Almeida et al., (2019) en su caso de estudio los autores optaron por proponer un modelado que le permita optimizar los procesos que se llevan a cabo en esta industria electrónica, los mismos que se verán reflejados en comparación con los ingresos que, actualmente, presenta la empresa; con el modelo se logró obtener un incremento de \$74.681,50 Usd., además de una simulación permitiendo estimar el beneficio si se agregaran dos empleados más al proceso de producción, se tendría un aumento de rentabilidad del 32.76% con un ingreso de \$99.145,99 Usd.

Parral, et al (2020), buscaban poder tratar las limitaciones presentes en la producción de automóviles, ante esto, propone un modelo que busca optimizar el proceso y eliminar los tiempos muertos cuando en la línea se procesan otros elementos alternos al ensamble principal del automóvil con el modelo se espera que la producción aumente en un 15% reduciendo los tiempos improductivos.

Arias-Collaguazo et al., (2021) aplicaron un modelo de optimización en una industria agrícola. Los resultados obtenidos por el modelo, determinó que del terreno total para los cultivos 4 hectáreas serian destinadas para papa y fréjol rojo, además, que se estimó un capital de inversión de \$8,000 USD y un retorno de inversión de \$18.507,00US

Piedra-Rivas et al., (2021) aplicaron un modelo el cual optimizaba la línea de distribución en una industria agrícola con la finalidad de proporcionar un desarrollo en la distribución de los productos agrícolas, teniendo como resultado dos canales en los cuales el 60% de los productos busca llegar hasta el cliente sin necesidad de intermediarios, mientras que, el 40% restante lo hace a través de mayorista y comerciantes para así lograr comercializar el 100% de sus productos.

Zare et al., (2021) en este trabajo de investigación, se utilizó un modelo de optimización basado en la teoría de limitaciones o restricciones para identificar los cuellos de botella y poder mejorar la planificación y optimizar la producción, haciendo uso del método híbrido Delphi-Buckley, los resultados arrojados por el modelo fue que los tiempos improductivos disminuirán un 11% referente a los tiempos actuales de producción

Leyda., et al (2019.), en esta ocasión el tema de investigación tiene como objetivo poder optimizar su proceso de producción eliminando los cuellos de botellas con los que actualmente contaba el proceso, teniendo como resultado una disminución en los tiempos de cocción de 30 a 6 minutos y el rendimiento presento un aumento de 1.4% a 2.8%.

Guerrero-Alcívar et al., (2023) establecieron un modelo para lograr optimizar el proceso de captura de los atunes en el Ecuador, haciendo uso de un modelo matemático; en la base de datos desde el 2011 hasta el 2016 se obtuvo un valor absoluto de 59 TM, siendo capaz de realizar predicciones en años futuros para establecer la rentabilidad y eficiencia con la que se capturan los atunes año por año.

1.2. Estado del arte

Según, George Reyes, (2019) el estado del arte puede ser catalogado como una investigación de las investigaciones que es efectuada en un ámbito de carácter científico, cuyo objetivo es la creación de una base bibliográfica que sirva para poder identificar cual es la tendencia en la generación del conocimiento educativo, además de dar a conocer a detalle cual es el pensamiento científico de muchos de los autores, así como, también, las alternativas epistémicas y metodológicas que conforman su objeto de estudio.

Mediante, el estado del arte es posible esclarecer varios argumentos conceptuales que se encuentran ligados al tema investigativo, esto devolverá un papel importante a lo largo de la investigación, ya que es el que servirá para poder determinar la metodología que se utilizará para lograr obtener la solución a la problemática planteada, ya que una de sus características es contar con la capacidad de delimitar un problema y encontrarle la solución, siendo una parte fundamental en diferentes campos.

Según, Donthu et al., (2021) en su publicación definen que el análisis bibliométrico es una metodología muy popular, además de poseer un carácter riguroso para explotar y realizar un análisis delicado en grandes números de datos científicos permitiendo poder conocer la tendencia evolutiva de un campo en específico, además de ofrecer pautas detalladas en las que se puede confiar para realizar un respectivo análisis bibliométrico de confianza.

El autor Oliveira et al., (2019) establecen el análisis bibliométrico como una especie de herramienta estadística, caracterizada por ser indispensable a la hora de realizar un mapeo en el estado del arte en un área científica específica con la finalidad de identificar información, para fundamentar una investigación. La finalidad del desarrollo de la revisión bibliométrica es poder identificar los distintos artículos que hayan sido más citados dentro de un intervalo de tiempo establecido en relación al área de investigación “Modelo de optimización aplicando la teoría de restricciones

Para desarrollar esta revisión bibliométrica se hizo uso de motores de búsquedas como Science Direct, Redalyc, PlubMed, Scielo, se escogió información proveniente de revistas científicas que logren sustentar el modelo de optimización, la teoría de restricciones dando un enfoque riguroso a los criterios empleados para realizar la inclusión y exclusión con el objetivo de poder crear conjuntos específicos y realizar un análisis inductivo con la información encontrada.

Se efectuó la búsqueda de información bibliográfica, empleando como palabras claves las variables de estudio, como primera variable: “Teoría de restricciones”, “Theory of constraints”, como segunda variable: “Modelo de optimización”, “Optimization model” para la combinación de variables, se emplearon operadores booleanos como son el “or”, “and”, mediante los filtros que ofrece los distintos motores de búsqueda, se limita en documentos cuya publicación se encuentre en un intervalo de los últimos 5 años.

Esta investigación tiene su base en la metodología bibliométrica mediante el análisis de cita empleados en los artículos referenciales de (Linnenluecke et al., 2020; Oliveira et al., 2019), el cual consta de las siguientes fases (Figura 4):

1. Desarrollo de preguntas de investigación
2. Identificación de bases bibliográficas
3. Selección de los criterios para la búsqueda
4. Realizar búsqueda bibliográfica (uso de filtros)
5. Selección de artículos relevantes
6. Extraer datos de citas
7. Análisis de datos de citas
8. Interpretar los resultados

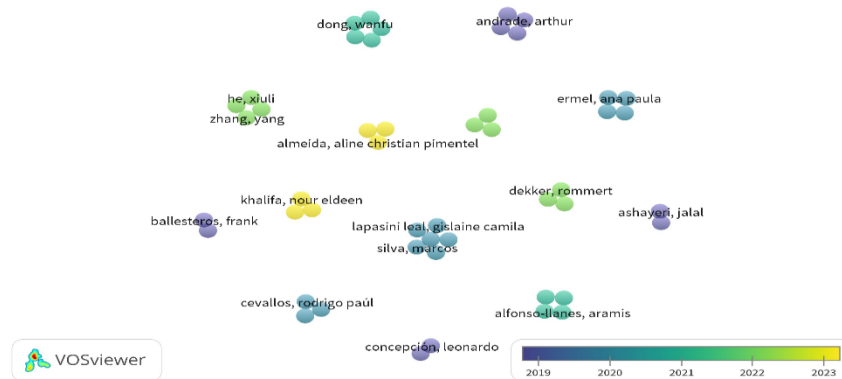
Figura 4: Pasos para el análisis Bibliométrico



Nota: Elaboración Propia

Después de haber realizado el proceso de exportado de los ris, de las diferentes fuentes de información encontrada en los diferentes motores de búsqueda, se hace uso del software VOSviewer para proceder a identificar a los autores de las distintas publicaciones, siendo estas las que cuentan con una mayor relevancia dentro del área de estudio y cuenta con una mayor relación al trabajo de investigación que se va a efectuar.

Figura 5: Análisis de Autores por Artículos



1.2.1. Extracción de los datos más relevantes

Después de haber realizado los 8 pasos en la figura 4, específicamente en la revisión de datos en donde se aplican los filtros como: en un intervalo de los últimos 5 años, que hayan sido aplicadas a la ingeniería, y que sean de acceso abierto, eliminando los que sean menos relevantes y aplicando una bola de nieve de 1 artículo, teniendo como resultado una matriz de 30 artículos científicos que contienen relación con las variables estudiadas. Como resultado se obtuvo una matriz (Tabla 2) con los artículos más importantes y relevantes como se muestran a continuación:

Tabla 2: Extracción de datos más relevantes

Nº	Autor	Propuesta	Método	Nº Cita
A1	Zhu et al., (2022)	Un modelo y algoritmo de optimización incluye la compensación costo-tiempo y las restricciones de presentes entre las actividades de mantenimiento.	Modelo Algoritmo	7
A2	Samouei et al., (2019)	Dos modelos matemáticos para el equilibrio de la línea de ensamblaje de modelos mixtos.	Programación mixta	29
A3	Romero-Rojas et al., (2019)	Utilizar la teoría de restricciones para determinar los cuellos de botella, solucionarlos con un modelo de teoría de restricciones.	Modelo programación lineal	30
A4	César-Pena et al., (2019)	Propone un nuevo modelo de optimización, con la finalidad de corregir las falencias encontradas en el modelo presentado en el 2015.	Modelo de ponderación	0
A5	Herrera-Vidal et al., (2019)	Propone de la teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación.	Modelo programación lineal	27
A6	Ballesteros-Riveros et al., (2019)	Aplicación de un modelo de asignación de almacenamiento en una empresa alimentaria considerando varios productos en un horizonte temporal definido.	Modelo de asignación	9
A7	Almeida et al., (2019)	Propone un modelo de programación lineal aplicado a la toma de decisiones.	Modelo programación lineal	2
A8	Carvajal-Hernández et al., (2022)	Este documento propone un algoritmo de optimización basado en simulación.	Modelo Algoritmo	0
A9	Abolghasem et al., (2022)	Un modelo predictivo y de optimización, mediante, el acoplamiento de Redes Neuronales Artificiales (RNA).	Modelo Agente	3
A10	Vázquez et al., (2022)	Propone un modelo de optimización para mejorar los niveles de producción de una línea procesadora de calzado.	Modelo programación lineal	2
A11	Montoya et al., (2022)	Propone un modelo de optimización utilizando varios tipos de agentes o algoritmos.	Modelo de agentes	2
A12	Borroto-Pentón et al., (2021)	El Modelado Matemático Multiobjetivo, junto con la aplicación de Algoritmos Genéticos.	Programación mixta	0
A13	Franco et al., (2020)	Se propone un modelo matemático estocástico que considera una red de clientes.	Modelo estocástico	1

A14	Machado et al., (2020)	Modelo matemático para optimizar la producción de barras de aluminio.	Modelo programación lineal	3
A15	Ramírez Cortés et al., (2022)	Modelo simplex para la optimización de recurso.	Modelo programación lineal	0
A16	Lanna et al., (2021)	Un modelo matemático que permita ser eficiente además optimizar el proceso de desalinización agua en Brasil.	Modelo programación lineal	0
A17	ABREU et al., (2020)	La aplicación de la Teoría de las restricciones en los procesos de producción.	Teoría de Restricciones	1
A18	Silva et al., (2023)	Desarrolló el modelo de optimización para determinar la condición óptima de la SBA.	Modelo programación lineal	0
A19	Barbosa et al., (2019)	Implementar las teorías de restricciones como una forma de mejorar el proceso producción.	Teoría de restricciones	1
A20	Gassen, Graciolli, et al., (2019)	Presenta un modelo de programación lineal para la optimización de la planificación agregada.	Modelo programación lineal	4
A21	Souza Carmo, (2020)	Un modelo matemático de optimización.	Modelo programación lineal	1
A22	Espín-Guerrero et al., (2022)	Implementar la teoría de restricciones para identificar los cuellos de botella presente en la línea de producción.	Modelo de multiagentes	2
A23	Escalante Torres et al., (2021)	Un modelo de balance de línea para una empresa de procesamiento de vidrio templado.	Modelo balance de línea	4
A24	Pegoraro et al., (2023)	La aplicación de los cinco pasos de la mejora continua de la Teoría de Restricciones (TOC) en el proceso de producción de una industria.	Teoría de restricciones	1
A25	Neves et al., (2020)	La Teoría de Restricciones, identificar, controlar y gestionar los cuellos de botella, ya sean físicos o no físicos.	Teoría de Restricciones	1
A26	Zhang et al., (2021)	En este artículo, se propone el gráfico híbrido para expresar la relación de restricción directa e indirecta entre los componentes.	Modelo de agentes	23
A27	Mawgoud et al., (2023)	Un modelo, para mejorar y optimizar el proceso de producción, reduciendo los tiempos y aumentando la productividad.	Modelo algoritmico	1

A28	He et al., (2022)	Modelo de combinación de lotes y el modelo de cálculo de fórmula desde la perspectiva de la combinación y fórmula óptimas.	Modelo algorítmico	1
A29	Cevallos et al., (2020)	Utilizar la teoría de restricciones con la finalidad de mejorar el proceso de producción de chocolate.	Teoría de restricciones	5
A30	Enrique Soto-Chávez et al., (2021)	Implementación de la TOC para mejorar la línea de producción de una industria manufacturera.	Teoría de Restricciones	14

Nota: Elaboración Propia

1.2.2. Respuesta a las preguntas planteadas

RQ1 ¿Cuáles son los artículos más citados?

De acuerdo con la información obtenida en la tabla 2 se puede evidenciar el número de cita de cada Artículo constatar que la publicación realizada por (Romero-Rojas et al., 2019), es la que cuenta con la mayor cantidad de citas (30 en total), seguidamente de (Samouei et al., 2019), su trabajo cuenta con 29 citas, (Herrera-vidal et al., 2019) en su artículo cuenta con 27 citas, destacando a los 3 más citados, mientras que los, 27 restantes se los puede evidenciar en la (Figura 6).

Figura 6: Cantidad de citas por artículo

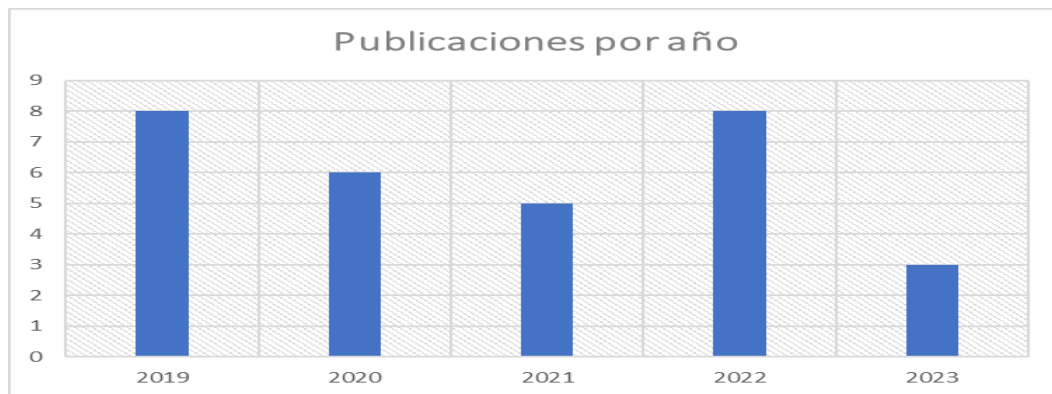


Nota: Elaboración Propia

RQ2 ¿Cuáles son los artículos publicados en el periodo de tiempo establecido?

Además, se puede constatar cuales fueron los años en los que se realizó mayor cantidad de publicaciones, referente al tema de estudio en cada una de las variables implicadas figura 7, en el año 2019 fueron publicados 8 artículos (A2, A3, A4, A5, A6, A7, A19, A20), representando un 27% de la fuente bibliográfica obtenida; para el año 2020 se efectuaron 6 publicaciones (A13, A14, A17, A21, A25, A29), abarcando el 20%; en el 2021, contó con 5 publicaciones en las que se encuentran (A12, A16, A23, A26, A30), teniendo un peso de 17% en referencia al total de las 30 opciones, en el 2022 y 2023 contó de 8 y 3 publicaciones respectivamente (A1, A8, A9, A10, A11, A15, A22, A27) y (A18, A24, A27) teniendo una representación del 27% y 10% en cada caso.

Figura 7: Publicaciones efectuadas por año

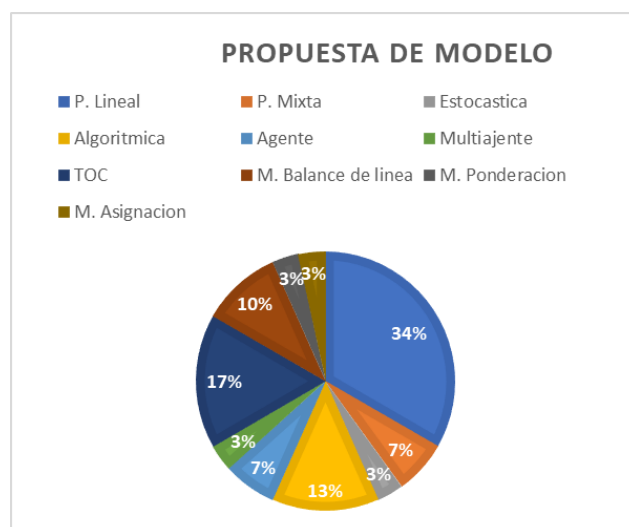


Nota: Elaboración Propia

RQ3 ¿Qué soluciones se han propuesto?

En las distintas publicaciones se han efectuados distintos propuestas (Figura 8), para las publicaciones (A3, A5, A7, A10, A14, A15, A16, A18, A20, A21) se propone un modelo de programación lineal teniendo una representación considerable del 34%, seguidamente de la propuesta de aplicar la teoría de restricciones con 5 publicaciones haciendo uso de ellas (A17, A19, A22, A29, A30), para esta propuesta se obtuvo una representación del 17% en tercer lugar con un 13% se tiene como propuesta un modelo algorítmico (A1, A8, A27, A28).

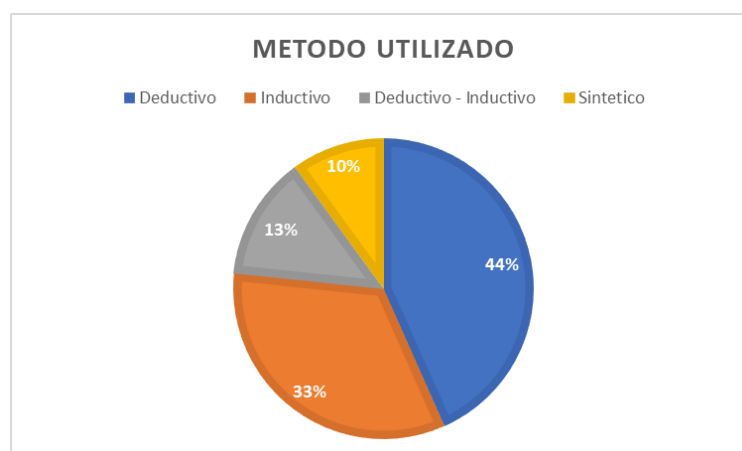
Figura 8: Propuesta de Modelo



Nota: Elaboración Propia

La mayor parte de las publicaciones que forman parte de la base bibliográfica del estado del arte tienen un enfoque cuantitativo, éste hace referencia a que se tiene una medición objetiva y por lo tanto, se pueden cuantificar los datos. Realizando un análisis en el estado del arte se puede ver que el método deductivo es el que más se emplea en los artículos científicos, pues, representa el 44% siendo el más utilizado entre los demás, el método inductivo fue el que se colocó en segundo lugar con un 33%, el método deductivo-inductivo solo tuvo un 13% y el sistemático representó un 10%, esto se lo puede ver detalladamente en la (figura 9)

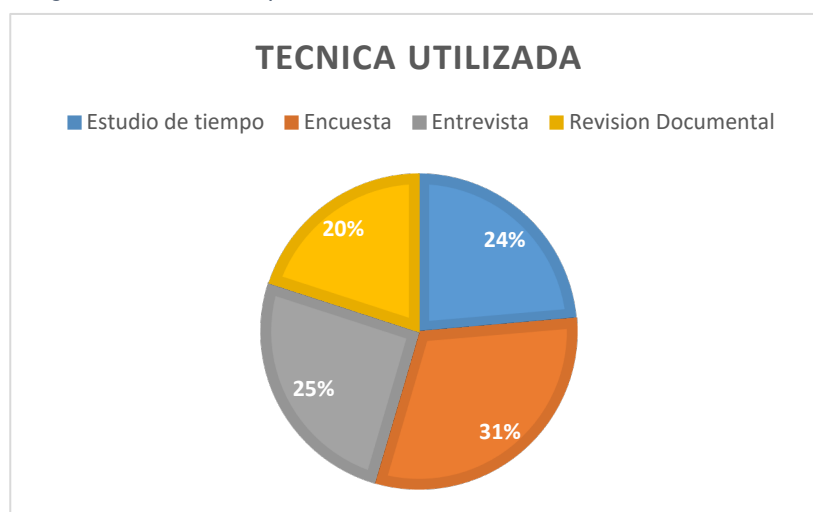
Figura 9: Método, mas utilizado



Nota: Elaboración Propia

Seguidamente se efectuó un análisis a las técnicas que se emplearon en cada uno de los artículos, en los que se pudo conocer que la encuesta es la más empleada, ya que representaba un 31% siendo esta la más utilizadas sobre las demás técnicas, en segundo lugar se pudo evidenciar a la entrevista, esta técnica se encontraba representada por el 25%, seguida de la observación directa, ubicándose en el tercer lugar con un 24%, y en último lugar la revisión documental con un 20%, se lo puede apreciar en la figura 10.

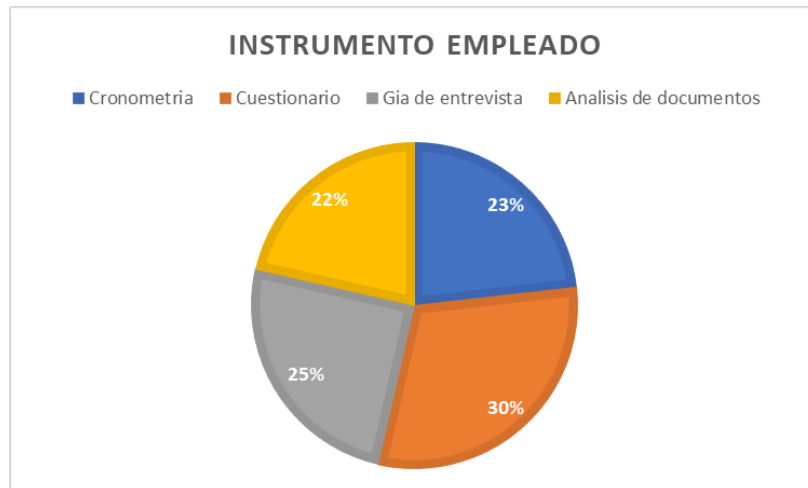
Figura 10: Técnica empleada



Nota: Elaboración Propia

Después de saber cuáles son las distintas técnicas que se han utilizado en cada uno de los casos de estudios, se puede determinar que el cuestionario es el instrumento más utilizado, se encuentra representado con el 30%, en el segundo lugar como instrumento más utilizado se encuentra la guía de entrevista con un 25%, seguida del método de estudio de tiempo, que cuenta con un 23%, ya en último lugar se encuentran el análisis de datos con un 22%; como se puede observar estos instrumentos, se los puede evidenciar en la figura 11, además, cabe recalcar que éstos se encuentran ligados a la técnica, que se lo puede observar en el cuadro anterior.

Figura 11: Instrumentos utilizados



Nota: Elaboración Propia

Después de haber realizado el análisis correspondiente, se puede determinar que el artículo que mejor encaja al tema de estudio que se pretende efectuar es el publicado por (Romero-Rojas et al., 2019), aparte de ser el mejor citado, también, forma parte del tipo de modelo que fue más empleado, además, que su método empleado en su investigación, también, se encuentra entre los más utilizados, como se lo puede apreciar en la siguiente tabla 3 cada una de las características con las que cuenta.

Tabla 3: Características del artículo

Autor	N° de citas	Herramienta	Metodo	Tecnica	Instrumento	Software
(Romero-Rojas et al., 2019)	30	Modelo de programación lineal	Deductivo	Encuesta, entrevista, observación directa	Cuestionario, Guía de entrevista, Guía de observación	Excel

Nota: Elaboración Propia

En la tabla 3, se presenta el artículo considerado más relevante por su número de cita, con el cual se procedió a realizar la réplica de su proceso metodológico, ya que fue empleado por el autor logrando su objetivo de poder optimizar una línea de producción de muebles.

1.2.3. Variable independiente: teoría de restricciones

Según, Barbosa et al., (2019), la teoría de restricciones tiene como objetivo identificar cada una de las limitaciones que originan que la industria no obtenga una expansión y un crecimiento de forma que éste proporcione un mejor ingreso, incrementando el grado de competitividad en el mercado, para poder llevar a cabo una correcta toma de decisiones, para lograr alcanzar el objetivo propuesto

Para, Espín-Guerrero et al., (2022), la TOC es importante para poder mejorar cada uno de los procesos de la industria, maximiza el grado de eficiencia en los sistemas en los cuales los recursos con los que cuenta sean limitados, esta herramienta se encuentra enfocada en la gestión de la producción, es muy común que ésta sea empleada en sectores empresariales de manufactura

En su investigación, Pegoraro et al., (2023), la Toc como premisa establece que toda organización cuenta con al menos una restricción, para esto primero se identifica la restricción, para posteriormente, realizar la gestión de la empresa con base en la limitación encontrada y para mejorar la monetización de las ventas, estas restricciones se caracterizan por generar largas colas de espera en la línea de producción.

Según, Neves et al., (2020), las restricciones o cuello de botella, también, son conocidos como limitaciones, se los puede clasificar en internas o externas; cuando un recurso es limitado dentro del sistema de producción, se considera interno, mientras que, cuando la limitación ocurre por algún recurso excéntrico de la cual la empresa no tiene control es considerado externo

Según, el autor Cevallos et al., (2020), varios estudios afianzan que la aplicación de la teoría de restricciones en cualquier tipo de empresa ha permitido obtener grandes beneficios como: la optimización de los tiempos de producción o entrega de producto, reducción de inventario, incremento en la salida de producto (ventas), la simplicidad y sencillas de esta herramienta es característica primordial de la TOC, esto a su vez, es lo que ocasiona que no sea aplicado en mucho de los textos que intentan ejemplificar su aplicación

De esta forma, Soto-Chávez et al., (2021), piensa que la teoría de restricciones es considerado como un proceso que tiende al mejoramiento continuo, que tiene su base en un pensamiento sistemático con la finalidad que éste proporcione la ayuda necesaria para que la empresa logre incrementar sus utilidades empleando un enfoque practico y simple, partiendo de la identificación de los cuellos de botella para poder alcanzar el objetivo planeado, permitiendo que se ejecuten los cambios necesarios para que estos sean eliminados.

1.2.4. Variable dependiente: Modelo de Optimización

Un modelo mixto puede comprender varias estaciones en el que se pueden encontrar operadores humanos, y algunos robots y otros robots que proporcionan asistencia, este modelo es utilizado en sistemas semiautomáticos, donde la selección de recursos (humano, robot) y la asignación de las tareas para cada implicado se las puede ejecutar al mismo tiempo (Samouei et al., 2019)

La optimización matemática, mediante, la programación lineal y programación lineal entera, cuenta con una basta aplicación para darle soluciones a problemas empresariales de la vida real, teniendo como finalidad poder proporcionar al ejecutor una correcta toma de decisiones ya sean esta grupales o individuales para la correcta gestión organizacional y con un enfoque direccionado hacia ser más eficiente en la utilización del recurso e implementar la ganancia (Romero-Rojas et al., 2019)

La gran parte de las tendencias investigativas en la actualidad para efectuar sus ponderaciones de atributo lo hacen basándose en modelos de optimización que buscan deliberadamente poder determinar funciones objetivo con restricciones, el principio nace en las distintas funciones objetivo ya que dentro de estas modelos estas suelen variadas (César-Pena et al., 2019).

Un modelo de asignación de almacenamiento, para la optimización en el que se considera la asignación simultánea de los almacenamientos presentes en la industria, y la preparación de las órdenes, mediante, el empleo de una metaheurística que tiene su base en los algoritmos genéticos de rama y enlace (Ballesteros-Riveros et al., 2019).

Modelado matemático, programación lineal empleado para la toma de decisiones en la sección que lleva a cabo la calidad y el embalaje de una empresa de nacionalidad brasileña, que tiene actividades de comercio electrónico, empleó un método simplex para poder maximizar las utilidades de la organización, mediante, el uso de los datos históricos de la empresa, (Almeida et al., 2019).

Modelo algorítmico con enfoque de optimización integrado con simulación, desarrolla una metodología que tiene su principio en el problema de inventario por los proveedores, el algoritmo genético es empleado para poder determinar o encontrar una política de inventario que sea optimiza y este cercana a lo óptimo, (Carvajal-Hernández., et al 2022)

Modelo predictivo con redes neuronales artificiales, ha empleado una técnica de optimización multiobjetivo conocida como enjambre de partícula para poder predecir cual es la respuesta que va a arrojar el modelo, y posteriormente buscar, el valor óptimo presente en los parámetros establecidos con anterioridad, buscando de cierta manera minimizar la R_a y por lo consiguiente maximizar la MRR (Mancilla-Cubides., et al 2022).

Modelo basado en agente, con redes neuronales, es un modelo de optimización que se puede encontrar en la vida real, estos modelos matemáticos pueden llegar a tener una única función objetivo o varias, ya que ésta es la esencia de su complejidad, estos algoritmos, también, son conocidos como metaheurísticos o combinatorios (Montoya et al., 2022).

Un modelo estocástico que considera una red de clientes, que va desde la entrega de producto de un local central o depósito, los clientes que conforman esta red pueden compartir un cierto porcentaje de sus productos con el depósito para realizar una redistribución con la finalidad que esto permita reducir la escasez para nuevos clientes, para esto se propone el modelo, ya antes mencionado, para que incluya los elementos involucrados en los distintos procesos de distribución (Franco-Bermúdez, et al 2019).

El modelo matemático de programación lineal descrito en este Artículo se lo empleó para determinar un cuadro de corte empleando información registrada por la empresa al realizar su proceso de corte de aluminio, ante esto, las barras de aluminio son compradas, mediante, lotes y a tamaño ya antes definidos, tomando como referencia el nivel e inventarios de la empresa, especificando cuantas barras llegarán y a qué medida serán cortadas (Machado et al., 2020).

Mediante, un modelo de programación lineal se planea evaluar la mejor asignación de recurso en una empresa dedicada a la producción de nopales en salmuera, haciendo uso del modelo ya, antes mencionado, este modelo se caracteriza por identificar la función objetivo, además de la identificación de una o varias variables de decisión, cuenta con un enfoque mixto, el cual llega a ser una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno (Ramírez-Cortés et al., 2022).

El modelado matemático por programación lineal logró reproducir los datos reales de operación en las distintas condiciones operaciones, ya antes previstas, esta herramienta es muy importante para el desarrollo de muchas propuestas ya sean estas investigaciones o proyectos basados en tecnología e innovación, el uso de este modelado puede disminuir significativamente el tiempo empleando en ingeniería, ya que se pueden verificar varias opciones y variables descartando las que no sean de utilidad (Lanna et al., 2021).

Presenta un modelo de programación lineal para lograr optimizar la planificación agregada en la producción de artículos metálicos (brocas), la función objetivo está diseñada para maximizar los márgenes de contribución de producto (Gassen et al., 2019).

1.3. Fundamentos teóricos

1.3.1. Teoría de restricciones

En el trabajo investigativo de Romero Rojas et al., (2019) mencionan a la teoría de limitaciones, o teoría de restricciones (TOC) como una filosofía enfocada en el mejoramiento continuo con el objetivo de mejorar el nivel de desempeño de un sistema productivo. Según, Soto-Chávez et al., (2021), la teoría de restricciones establece en su trabajo que la (TOC) se caracteriza por tener un pensamiento de carácter sistemático, permitiendo que las empresas logren aumentar significativamente sus utilidades, así también, como sus ventas, nivel de productividad, eficiencia, y mejorar la relación entre proveedor y cliente sin olvidar mencionar la disminución de costos de producción.

También, el autor, Veliz-Enríquez., et al (2021) señalaron que la teoría de restricciones permite gestionar la planificación de la producción, ayudando a los gerentes o encargados de la empresa poder tomar la mejor decisión con la finalidad que la producción prospere y no genere pérdidas por demoras en el proceso productivo.

Definición teoría de la teoría de restricciones

La teoría de restricción o TOC por sus siglas en inglés (theory of constraints), es considerada como una herramienta de gran relevancia en la gestión, ésta es empleada desde los años 70, por su creador Eliyahu Goldratt, el cual le da un enfoque a una empresa manufacturera como si ésta fuera un sistema, asimilándolo a una cadena, teniendo en consideración la fortaleza de la cadena, el eslabón más débil que se tenga, es decir, su restricción, ya que es la que pone el ritmo de la producción (Cevallos et al., 2020)

1.3.2. Medición de desempeño

Conceptualiza todas las acciones que son ejecutadas por el grupo de trabajadores u operarios de máquinas tabla 4 fomentando a la organizan a alcanzar su objetivo establecido, ya que es necesario que éste sea tomado en cuenta y medido para que los gerentes logren tomar las mejores decisiones a beneficio de la empresa, y ésta mejore sus utilidades, el desempeño, también, abarca el sistema productivo, pues también debe medirse todo lo que ingresa al sistema y todo lo que sale (Bautista Cuello et al., 2020).

Tabla 4: Medición de desempeño

Mediciones de capacidad en relación con la productividad	Este criterio es muy utilizado cuando se realizan procesos unitarios, o cuando la organización realiza pequeños servicios o productos que estén, debidamente, estandarizados
Medición de capacidad con relación a los insumos	Este criterio de medición es empleado cuando se requieren hacer mediciones en un ambiente de procesos flexibles, ya sean en número de empleados o número de procesos dentro de la línea de producción, mayor problema es su variabilidad
Utilización	Este criterio enfoca al grado de utilización que se le da al equipo, al personal o al espacio de trabajo y se mide referente a la tasa productiva con relación a la capacidad máxima de producción, dicho valor es expresado en porcentaje
Medición de desempeño en relación con el TOC	La teoría de restricciones tiene un pensamiento que establece que cualquier inversión que se realiza el sistema de producción forma parte del inventario, pues se puede vender para obtener más dinero

Nota: Elaboración propia

1.3.3. Restricciones

El TOC (Theory of Constraints), pretende gobernar en puntos críticos para así perfeccionar el proceso con mayores inexactitudes y averiguando operatividad del sistema incrementando su tasa de incubación de valor, como efecto, logra perfeccionamientos en la diligencia integral de la organización (Soto-Chávez et al., 2021).

En los siguientes puntos se derivarán los tipos de restricciones que existen:

- **Restricción de efectivo:** La capacidad de adquisición de comprar es baja, respecto a la demanda del mercado debido a la no capacidad de proveer pagos.
- **Restricción de la oferta:** No tiene la capacidad de cubrir la demanda que está impuesta, debido a que no hay ofertas disponibles en el mercado.(Cevallos et al., 2020)
- **Restricción de la demanda:** Cuando la demanda actual del mercado tiene un costo inferior al de producción. (Guevara, 2021)
- **Restricción de la capacidad interna:** Cuando la capacidad de fabricación de la compañía es menor que la demanda del mercado para esos productos o servicios.(Rodríguez et al., 2016)
- **Restricción de políticas:** Son las normativas o reglas internas de la empresa que evitan o limitan el cumplimiento de los objetivos de la compañía.
- **Restricción de proveedor:** La demanda del mercado no puede ser satisfecha por el incumplimiento de los proveedores de la materia prima.(C., 2000)
- **Restricción de mercado:** Es un factor externo que hace que la compañía se limite al crecimiento debido a que existen restricciones.

1.3.4. Principios de la teoría de restricciones (TOC).

La teoría de restricciones cuenta con varios principios, los cuales serán enumerados a continuación:

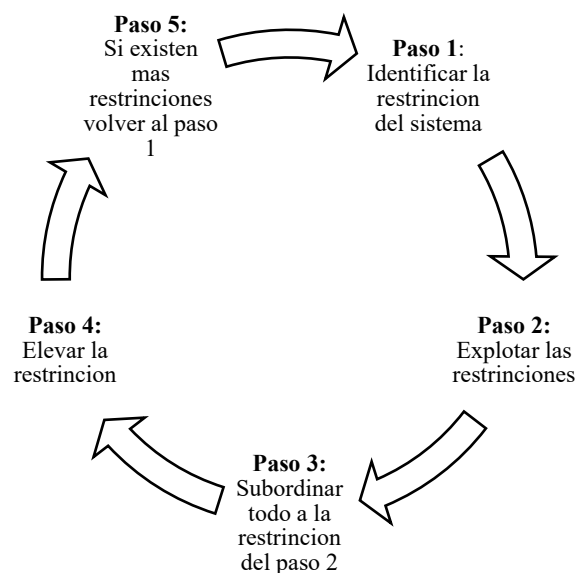
- Mantener un flujo balanceado

- La palabra “utilización” y la “activación” no son consideradas como sinónimos
- El nivel de un recurso que sea restrictivo será determinado por la restricción del sistema y no por su propio potencial.
- El desperdicio de una hora en un cuello de botella es una hora desperdiciada en todo el sistema de la empresa
- Una hora que sea aprovechada por un recurso que no sea considerado una restricción es considerada como una ilusión
- Las restricciones son las que gobiernan los inventarios y las ganancias de la empresa
- Analizar todas las restricciones simultáneamente (Iván Aguilera et al., 2018.)

1.3.5. Identificación de las restricciones

Los cuellos de botellas o también, llamados restricciones son los que conforman la base para poder programar utilizando la máxima capacidad que el sistema tiene para producir, todo sistema productivo cuenta con cuellos de botellas, que hacen que el proceso sea lento, ocasionado pérdidas para sus administradores, ante ello la teoría de restricciones cuenta con 5 pasos para que este sea identificado figura 12, (David et al., 2019.)

Figura 12: Pasos de la teoría de restricciones

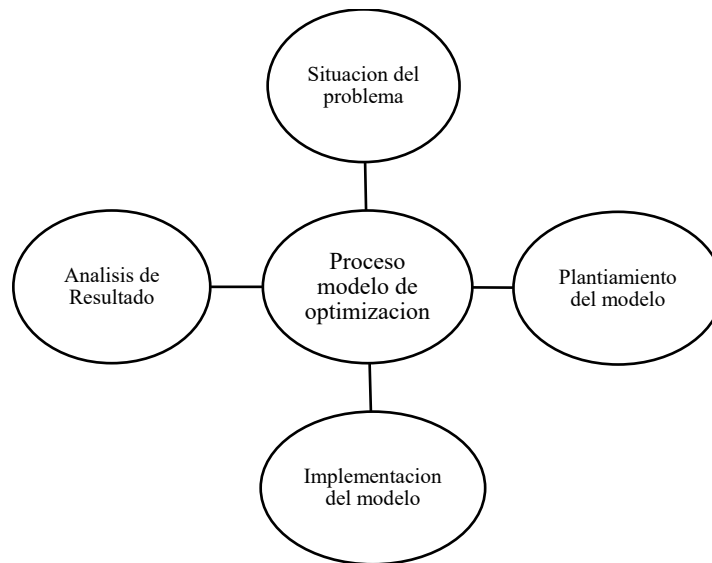


Nota: Elaboración propia

1.4 Modelo de optimización

Un modelo consiste en la abstracción de una problemática real en el que se aplican varios criterios con relaciones matemáticas para poder obtener un resultado óptimo, estos modelos sirven a los gerentes para lograr tomar la mejor decisión sobre su empresa permitiendo solucionar los problemas de carácter administrativos con los que cuenta dicha organización figura 13.

Figura 13: Componentes de un modelo de optimización

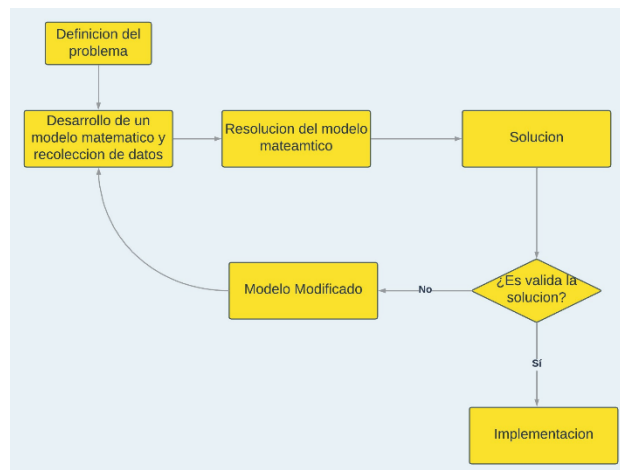


Nota: Elaboración propia

1.4.1. Pasos básicos para implantar el modelo de optimización

Como se puede ver en la figura 14 el primer paso es identificar, la problemática que se desea dar solución, posteriormente, se expresa la problemática mediante, un modelo matemático o de optimización que después es resuelto dependiendo del tipo de modelo que se haya formado para luego validar si los resultados obtenidos dan solución o no a la problemática (Romero-Rojas et al., 2019).

Figura 14: Pasos de un modelado



Nota: Elaboración propia

1.5 Tiempo y su relación con la optimización de procesos

La productividad tiene un carácter importante para cualquier tipo de industria, y la forma en que ésta sea gestionada es de gran importancia para las personas que se encuentran a cargo de la organización, es por eso por lo que, es necesario la utilización de técnicas que optimicen el proceso, los cuellos de botellas presentes en la línea de producción ocasionan demoras que se percuten, directamente, en el índice de productividad de la empresa.

El estudio de tiempo tiene su origen en el siglo XVIII con Perronet, italiano de 70 años, esta técnica es aplicada para determinar el tiempo en que se realiza una operación, teniendo como directriz un parámetro o norma establecida con la finalidad de tomar decisiones a la hora de optimizar un proceso (Muñoz-Choque, 2021)

1.6 Sector manufacturero

La actividad sardinera o atunera está logrando su consolidación, jugando un papel primordial en el sector pesquero industrial ecuatoriano, ya que es un gran generador de ingresos, además de un proveedor de fuentes de empleo para los ecuatorianos (Zambrano-Alcívar et al., 2020). Según, Tintaya-Condori et al., (2022) establecen que los mayores importadores de conservas de pescado son Estados Unidos y Japón, además que, los países con gran presencia de estas exportaciones son China y Tailandia, ante esto, los países sudamericanos, bendecidos con un mar rico en especies marinas, están comenzando a escalar posiciones en el Rankin mundial, como se lo puede apreciar a continuación figura 15 y Figura 16:

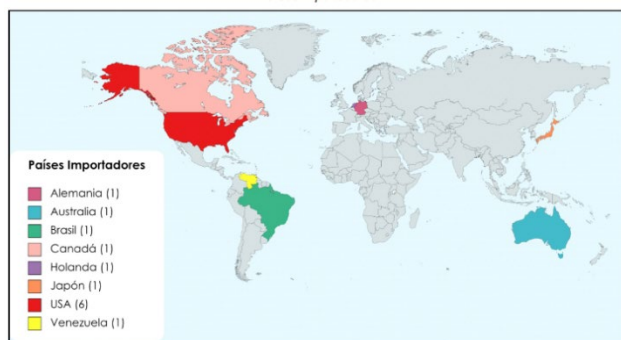
Figura 15: Países exportadores Sudamericanos y a nivel mundial

Código	País exportador	País importador	Métodos logísticos
1	Perú	Alemania	Marítimo y aéreo
2	Perú	Brasil	Marítimo (15 días) y terrestre
3	Perú	USA y Holanda	Marítimo y aéreo
4	Ecuador	Venezuela	Terrestre y marítimo
5	Perú	Australia	Marítimo y aéreo
6	Ecuador	USA	Marítimo y aéreo
7	Ecuador	Unión Europea	Marítimo y aéreo
8	Ecuador	USA	Marítimo y aéreo
9	Ecuador	USA y Canadá	Marítimo y aéreo
10	Colombia	USA, Italia, Francia, Reino Unido y España	Marítimo y aéreo

Top exportadores 2020	Valor FOB (miles de USD)	Cantidad exportada (t)	Valor unitario USD
Mundo			
China	4,155,141	977025	4253
Tailandia	3,086,036	791915	3897
Ecuador	1,171,009	310512	3771
España	1,062,754	188659	5633
Alemania	797,712	182392	4374
Marruecos	767,814	202879	3785
Vietnam	717,545	128608	5579
Sudamérica			
Ecuador	1,171,009	310512	3771
Perú	98,924	21614	4577
Chile	69,286	21288	3255
Colombia	26,929	4936	5456
Brasil	11,484	3283	3498
Argentina	4,139	1322	3131
Uruguay	2,765	187	14786

Nota: Tomado de Tintaya-Condori et al (2022)

Figura 16: Países consumidores



Nota: Tomado de Tintaya-Condori et al (2022)

1.7. Industria atunera y de sardina en el Ecuador

Ministerio de producción, (2020), indica que Ecuador es un país privilegiado pues cuenta con una vasta diversidad de recursos naturales, cuenta con una gran frontera marítima además de salida al océano Pacífico, teniendo una captura de especies que son utilizadas para la comercialización, en forma de conservas, como es el atún con un 5.93% y la sardina con 4.56%. Este sector pesquero industrial da alrededor de 20000 plazas de empleo de forma directa y cerca de 100000 de forma indirecta, entre la provincia de Manabí, Guayas y Santa Elena se concentra el 92% de estas industrias manufactureras (figura 17)

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

Con base en las definiciones teóricas, según autores, antes analizadas, se pudo determinar cómo influye la teoría de restricciones en los tiempos de producción y la planificación de ésta, finalmente, la consecuencia que tiene como resultado una producción deficiente. Según Katherine et al., (2019), en su investigación pretende lograr poseer información de carácter importante además de un alto índice de relevancia, ésta ayuda a poder complementar y expandir el conocimiento de la persona.

2.1. Enfoque de investigación

El presente Trabajo de Investigación científica que tuvo sus bases en las herramientas, ya antes mencionadas en el (Capítulo 1 – Estado del arte). Permitiendo cuantificar el grado de relevancia de la información relacionada al estudio, en el que se determinó el enfoque metodológico que corresponde a la investigación, el mismo que se encuentra formado por procesos sistemáticos y debidamente ordenados que cumplen una sucesión lógica para lograr obtener resultados favorables con base al problema planteado. Esta direccionado hacia el modo de investigación de campo, la misma que, también, posee un enfoque de carácter cuantitativo, ya que, para la recolección de datos, se cuenta con un sin número de estrategia, que permite al investigador poder tener resultados con un detalle más profundo y exhaustivo (González et al., 2020)

2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación hace referencia al plan o estrategia que se va a efectuar para la obtención de datos, los estudios que se realizan sin manipular las variables, y únicamente analiza los sucesos que pasan en su entorno con base a esto se logró determinar que el trabajo de investigación se acopla mejor a un tipo no experimental, además considerando que una investigación transversal es conocida por analizar los datos recolectados en un intervalo de tiempo determinado; la investigación es orientada hacia un diseño descriptivo correlacional, siendo su objetivo adentrarse en la conceptualización de las variables, tanto dependiente como independiente, además poder establecer el índice de relación que se encuentra presente en estas dos variables (Hernández-Sampieri et al., 2010).

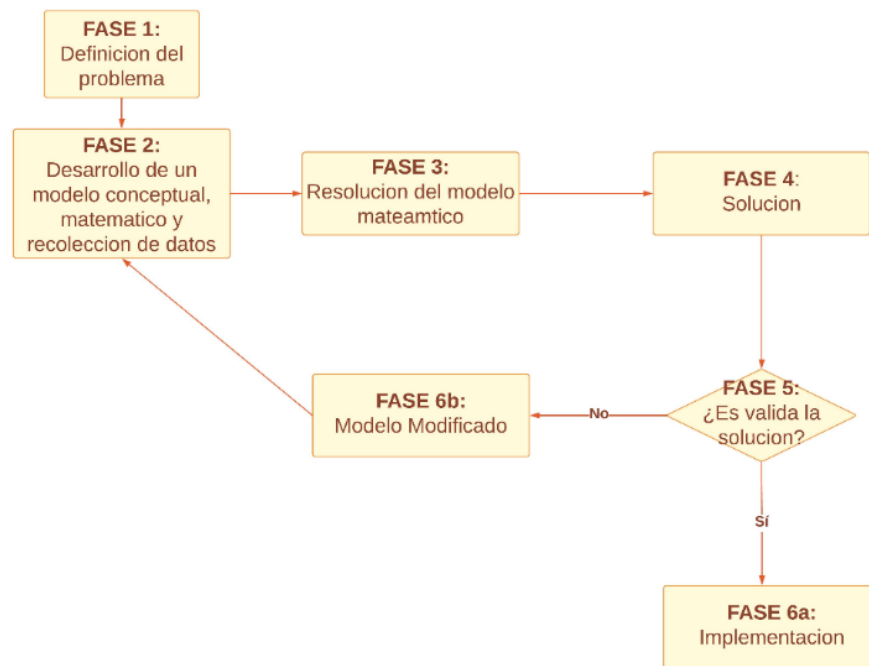
- **Diseño Descriptivo.** Realiza el registro del comportamiento de los fenómenos, para su respectivo análisis e interpretación. Analizó el impacto de las variables implicadas (Teoría de Restricciones y Modelo de optimización), con la finalidad de describir las características sobresalientes de las actividades (Alban et al., 2020).
- **Diseño Correlacional.** Es empleado en procesos estadísticos con el objetivo de poder aprovechar de mejor manera los resultados arrojados por la investigación. Delimitó el grado de relación entre las dos variables implicadas, usando el tipo de estudio como evidencia ante la posibilidad de adaptar un modelo optimización de procesos en la empresa Marina Trading S.A., (Ramos-Galarza, 2020).

En términos generales, no consideramos que un tipo de investigación y los consecuentes diseños sea mejor que otro (experimental frente a no experimental). Como mencionan Hernández-Sampieri et al., (2010), ambos son relevantes y necesarios, ya que tienen un valor propio. Cada uno posee sus características, y la decisión sobre qué clase de investigación y diseño específico hemos de seleccionar o desarrollar; depende del planteamiento del problema, el alcance del estudio y las hipótesis formuladas.

2.3. Procedimiento metodológico

Para el desarrollo de un correcto proceso metodológico, el presente trabajo tiene su base en el estudio realizado por Romero-Rojas et al., (2019), en el que se realiza un modelo de optimización haciendo uso de la teoría de restricciones, y la secuencia para la formulación del modelo. (Figura 18)

Figura 18 Planificación del proceso metodológico



Nota: Elaborado por el autor basado en Romero Rojas, et al 2019

Etapa 1: En la primera etapa se realizó la identificación del problema que se encuentra presente en la línea de producción de procesado de sardina, el cual está generando que exista un bajo nivel de producción ocasionando pérdidas económicas a la industria además de perder espacio en la satisfacción de la necesidad del mercado.

Etapa 2: En la segunda etapa se realizó la recolección de datos, mediante una encuesta realizada a los colaboradores implicados en el área productiva de la empresa, dicho cuestionario fue evaluado por expertos, mediante, el método de Abaco de Regnier, empleando el software SPSS-25, se obtiene la matriz de contingencia, con la que se medirá fiabilidad y viabilidad, además de una entrevista realizada al jefe de producción.

Etapa 3: A continuación, se realizó la resolución del modelo de optimización teniendo en cuenta los cuellos de botellas que fueron identificados por la teoría de restricciones con la finalidad de que éstos sean solucionados y los niveles de producción sean óptimos, permitiendo a la empresa tener una mejor presencia en el mercado, satisfaciendo las necesidades de sus clientes.

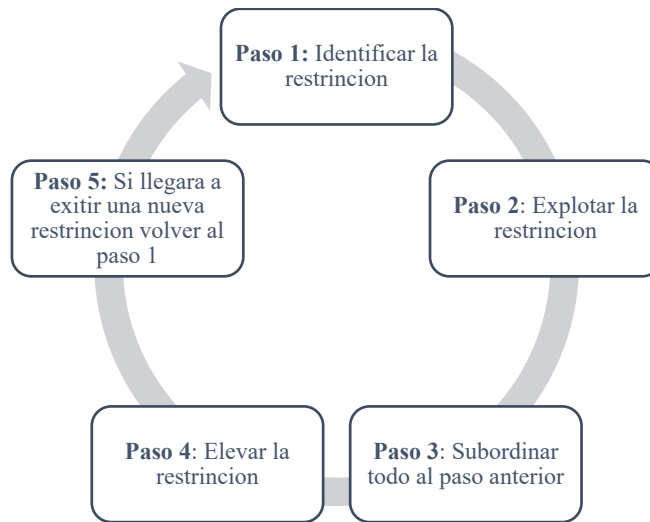
Etapa 4: Con los resultados arrojados por el modelo de optimización se busca darle solución al problema de la baja productividad de la empresa, causado por los distintos cuellos de botellas que se encuentran en la línea de procesado de sardinas en conserva, además de la mala planificación con la que se tiene que enfrentar frecuentemente, el área productiva, esta problemática fue planteada al inicio del desarrollo del modelo

Etapa 5: Se verifica si la solución proporcionada por el modelo de optimización está acorde a las necesidades ocasionadas por la problemática presente en la empresa, además de verificar la facilidad y viabilidad de ejecutar las mejoras a al sistema de producción en comparando los beneficios que se obtendrán de emplearse en el sistema de producción

Etapa 6: Esta etapa se divide en dos posibles opciones: a y b con las que si se llegase a dar solución a la problemática y dicha solución satisface las necesidades de la empresa generándole beneficio, se procederá a implementarse en el sistema de producción; de no satisfacer la necesidad de la empresa frente a su problemática se realizarán modificaciones en el modelo de optimización y se volverá a la etapa 2 presente en la metodología planteada.

Esta investigación, también, empleó de la metodología de la teoría de restricciones, implicada en la mejora continua figura 16, que es la más empleada por las organizaciones manufactureras para lograr identificar y posteriormente, solucionar los problemas presentes en el proceso productivo (Lacetas-Espinoza et al., 2016). Desde la perspectiva de Cevallos et al., (2020) la aplicación de la TOC en la industria permite optimizar los tiempos de producción con la finalidad de entregar un producto a tiempo, su creador Eli Goldratt, permite identificar la falencia o cuello de botella presente, mediante 5 pasos:

Figura 19 Pasos de la teoría de restricciones



Nota: Elaboración propia

2.4. Censo en la línea de producción

Del Cid et al., (2007) mencionan en su libro, el censo es un proceso empleado en la investigación que tiene como objetivo poder estudiar la totalidad de una población-universo. En esta investigación, la población está compuesta por el departamento de producción, es necesario realizar el censo a los colaboradores implicados en la línea de producción, esta herramienta no es probabilística, ya que se encuentra enfocada, únicamente, al área productiva donde se efectuará el análisis (Tabla 5).

Tabla 5: Números de colaboradores por área y estratificación poblacional

Área	Numero de Operadores	Porcentaje
Recepción de pesca	1	5%
Preparación	2	9%
Llenado manual	5	23%
Precocido	1	5%
Drenado	1	5%
Dosificado	1	5%
Sellado	1	5%
Lavado de lata	1	5%
Llenado de coche	2	9%
Esterilización	2	9%
Enfriamiento	1	5%
Etiquetado	2	9%
Empaquetado	1	5%
Total	22	100%

Nota: Elaboración propia

Para la elección del método, las técnicas y los instrumentos se debe tener en cuenta que:

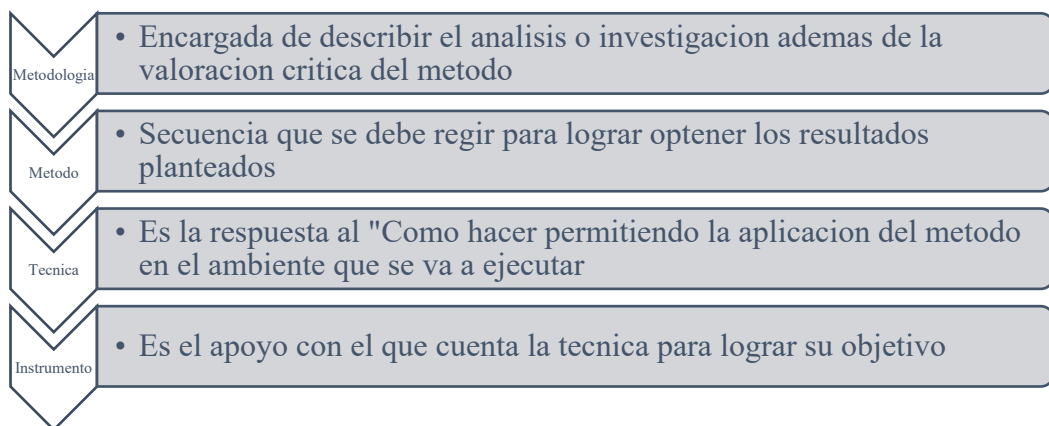
- La metodología utilizada en la recolección de datos debe estar acorde con el enfoque conceptual que se ha desarrollado en el estudio.
- Deben ser creativos en el diseño del método a emplear para la selección de las técnicas e instrumentos para recoger la información más acorde del estudio.
- Las **fuentes de información**: Primaria y Secundaria.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos (adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)

Hernández-Mendoza et al., (2020) mencionan que la recolección de datos comprende una parte fundamental de una investigación, ya sea ésta de carácter cuantitativo o cualitativo o en algunos casos, mixta con el objetivo de proporcionar al investigador información necesaria para dar solución a sus preguntas de investigación, actualmente existen muchas técnicas para lograr este propósito, como son: la entrevista, la encuesta, o análisis de contenido.

Al adaptarse al concepto de Baena-Paz, (2017) menciona que existen varias formas de indagar al momento de realizar una investigación desde la más antigua hasta la más reciente con la llegada de la tecnología y la computadora, el autor del libro describe cuatro criterios metodológicos eficaces para realizar una correcta investigación, teniendo cuatro criterios a considerar (Figura 20)

Figura 20 Criterios metodológicos



Nota: Elaboración propia

El desarrollo de una investigación científica se encuentra conformada por varios métodos, éstos mediante, una secuencia sucesiva paso a paso, permite lograr la debida recolección de datos; estos métodos son; método analítico, método sistemático, método inductivo, método deductivo, el método analítico conceptualiza la necesidad de analizar los componentes inmersos en el sistema que va desde lo general hasta lo específico, esto permite llevar a cabo una relación de las diferentes características importantes de la investigación (Del Cid et al., 2007).

Luego de haber elegido un diseño de investigación apropiado y acorde al tema a investigar, se hace la debida recolección, teniendo en consideración los criterios planteados, anteriormente con la finalidad de realizar un esquema, debidamente, detallado en de cada uno de los procedimientos a ejecutarse con la finalidad de lograr obtener la información necesaria para el desarrollo del trabajo investigativo figura 21.

Figura 21 Plan de recolección de datos

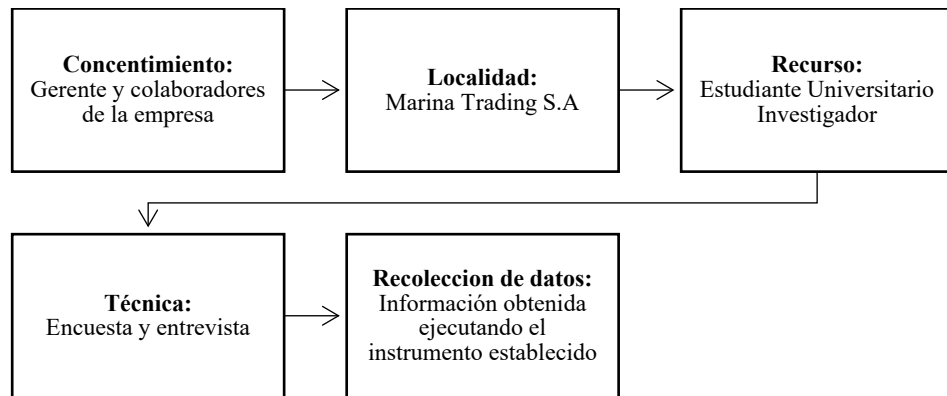
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativa y formulación de hipótesis
Método	<ul style="list-style-type: none"> • Analítico
Instrumento	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario • Guía de entrevista
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Censo • Entrevista

Nota: Elaboración propia

2.5.1. Método de recolección de datos en la línea de producción

Hernández-Mendoza et al, (2020) considera que, la recolección de datos en una investigación debe tener un alto grado de confiabilidad a la vez que, cuente con fiabilidad y validez, caso contrario, el instrumento no será válido y los resultados arrojados serán ambiguos, el investigador debe seguir un plan detallado de cada uno de los pasos que se realizan para la recolección de datos como; autorización, localidad, recurso humano, técnica empleada y acopio de datos figura 22.

Figura 22: Recolección de datos



Nota: Elaboración propia

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos en la línea de producción

Para, Hernández-Mendoza et al., (2020), toda investigación se ve en la necesidad de recolectar datos, haciendo de éste un paso primordial para lograr con éxito la recopilación de información, ya que el investigador debe proceder, de una manera adecuada empleando el método que mejor se acople a su trabajo investigativo.

Al hacer uso de técnicas de recolección de datos por; (Romero Rojas et al., 2019)

- Técnica de la entrevista. Esta técnica es una de las más usadas para lograr obtener información cuantitativa Anexo 1, esto es una interacción, que consiste en ver diferentes percepciones y realidades, en la cual el encargado de la investigación trata de ver el escenario desde el punto de vista del informante (Del Cid et al., 2007). La entrevista estará dirigida al jefe encargado del departamento de producción, quien monitorea que los niveles de producción sea los mejores
- Técnica de la encuesta. Consiste en una charla entre la persona encargada de la investigación y el informante, este procedimiento es estandarizado Anexo 2, y la información que se recopila puede ser oral o escrita (Del Cid et al., 2007). Esta técnica será empleada en los colaboradores inmersos en el área productiva, pues, su opinión es importante para conocer el estado actual de la empresa

2.5.3. Instrumento de recolección de datos en la línea de producción

Hernández-Mendoza et al., (2020), hacen mención, que toda investigación necesita llevar a cabo una correcta recolección de datos, ya que es un paso fundamental para tener éxito en la búsqueda de los resultados, los instrumentos se encuentran direccionados a establecer escenarios en los cuales se puedan realizar mediciones, sin olvidar que éstas deben ser cuantificables.

Con la finalidad de poder recolectar información del estado actual de la empresa, se realizó una encuesta dirigida a los colaboradores implicados en el proceso de producción, este test de preguntas contenía interrogantes relacionadas a la variable independiente (optimización de procesos) y dependiente (Teoría de restricciones), con el objetivo de levantar información que permitió conocer el estado actual de la empresa, además de una matriz de tiempo para registrar las réplicas del proceso de producción.

2.6. Variables y operación

Para Hernández Sampieri et al., (2010) y Del Cid et al., (2007), la operacionalización de variables tiene como objetivo enlistar cada uno de los atributos que se encuentran presentes en la investigación a estas características se la conoce como indicadores, y éstos nacen mediante la teoría consultada.

- **Variable Independiente (VI):** Está relacionada a la causa (estimulo o procedimiento)
- **Variable Dependiente (VD):** Se encuentra relacionada al resultado obtenido por la causa

Con base en lo planteado anteriormente, se establece las variables del estudio

- **VI:** Teoría de restricciones
- **VD:** Optimización de procesos

2.6.1. Operacionalización de las variables

Tabla 6: Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Categoría	Indicadores	Preguntas	Técnica e instrumentos
Teoría de Restricciones	Para, Espín-Guerrero et al., (2022), la TOC se empleaba, inicialmente, en la planificación del proceso de producción, y la asignación de recurso.	Herramienta gerencial de gestión de administración para la mejora continua	Restricción de la demanda	¿La empresa cuenta con procesos eficientes y claros para la planificación de la producción?	Entrevista
			Restricción de la capacidad interna	¿Observa usted que existen paras en la línea de producción?	Encuesta
				¿Considera usted que la teoría de restricciones ayudaría a mejorar la producción?	Observación directa
				¿Conoce usted el proceso de mejora continua?	
				¿Usted toma en consideración la duración de cada proceso productivo?	
Variable Dependiente	Concepto	Categorización	Indicadores	Pregunta	Técnicas e Instrumentos
Optimización de procesos	Marcial-Méndez et al., (2022) expresa que es la que se encarga de adaptar los procesos de producción, con la finalidad de mejorarla, en cual se debe hacer un análisis para encontrar las falencias	Metas y Beneficios	Tiempos Improductivos	¿Usted cree que se podrá aumentar los niveles de producción en la empresa?	Entrevista
			Tiempos de procesos	¿El modelo de optimización hará más eficiente el sistema productivo?	Encuesta
			Planificación	¿Usted conoce cuáles son los factores que perjudican los niveles de producción?	Observación directa
				¿Existen controles dentro del proceso productivo?	
				¿La empresa logra entregar sus productos a tiempo?	

Nota: Elaboración propia

2.7. Procedimiento para la recolección de los datos

Para procesar la información se tiene que llevar a cabo el análisis, el cumplimiento de conceptos, delimitaciones, sistematizaciones y reorganización de forma lógica de los resultados obtenidos haciendo uso de la recolección de datos empleados en los individuos inmersos en el área productiva de la empresa (Figueredo et al., 2019).

En la tabla 7, se describen cada una de las etapas para el tratamiento de los datos, la primera etapa consiste en el tratamiento de los datos, para esto se llevaron a cabo varias actividades, la siguiente etapa consiste en la presentación de los datos, también se realizaron varias actividades.

Tabla 7 Etapas para el tratamiento de datos

Nº	Etapas	Actuaciones
1	Tratamiento de Datos	<ul style="list-style-type: none">• Contrastación de la información obtenida• Ratificación de la información por respuestas con inconsistencia• Sistematización de la información
2	Presentación de datos	<ul style="list-style-type: none">• Presentación escrita de los resultados de la ampliación de la encuesta realizada a los colaboradores del área productiva• Presentación de resultados, mediante, herramientas estadísticas• Presentación de resultados, mediante, gráficos para una mejor comprensión

Nota: Elaboración propia

2.8. Plan de análisis e interpretación de datos

Para llevar a cabo con el primer objetivo de este Trabajo de Investigación, en el cual se estableció una revisión científica, se hizo uso del análisis bibliométrico, con la finalidad de poder obtener un listado de los diferentes componentes que se encuentran inmersos en los tiempos de producción, que hace referencia a la planificación de ésta, usando la teoría de restricciones para determinar el eslabón más débil del sistema y desarrollar el modelo de optimización.

Para continuar con el segundo objetivo en el que se realiza el proceso metodológico para realizar la correcta recolección de datos y posterior a esto proceder al desarrollo y establecer la propuesta de mejora.

Para finalizar, se dejó establecido la técnica de la cual se hace uso para la recolección de datos, también, se establece qué instrumento se va a utilizar, la comprobación de la validez, sin olvidar del correcto análisis de la data obtenida mediante, la encuesta en el que se utilizará el software SPSS-25 y la aplicación de KR20, presentando los datos, mediante, el empleo de tablas estadísticas, mismo que es detallado de una forma clara precisa y entendible cada una de las interacciones considerada en la encuesta (Del Cid et al., 2007; Hernández Sampieri et al., 2010). Se presenta un plan detallado de cada uno de los procesos realizados, con la finalidad que éste sea resumido y entendible, tabla 8.

Tabla 8 Plan de análisis e interpretación de datos

Capítulo	Objetivo	Procedimiento	Herramienta	Resultados
1	Desarrollar el estado del arte aplicando el meta-análisis correlacional para la validación de las variables de investigación	<ol style="list-style-type: none"> Realizar investigaciones de carácter científico Identificar en artículos científicos el uso de la teoría de restricciones, con consideraciones de optimización 	<ul style="list-style-type: none"> Meta-análisis correlacional Método de proceso analítico jerárquico 	<ul style="list-style-type: none"> Fuente de datos con estudios realizados en los últimos años con relación a las variables de estudio Fuente de datos con estudios realizados haciendo uso o aplicación de la teoría de restricciones Elementos relacionados a la optimización de procesos de un sistema productivo
2	Construir un marco metodológico, mediante, procesos de investigación para la aplicación de la teoría de restricciones	<ol style="list-style-type: none"> Se inicio con el desarrollo del plan encargado de la gestión de datos Posteriormente se usó del plan de validación de la utilización de la guía creada para llevar a cabo la entrevista y la encuesta 	<ul style="list-style-type: none"> Guía para entrevista Cuestionario o test Análisis de documentos 	<ul style="list-style-type: none"> Se establece la cantidad de individuos presentes en el censo con el que se llevará a cabo el estudio Se procede al plan de validación del instrumento empleado Desenlace de la metodología propuesta
3	Desarrollar un modelo de optimización para mejorar el proceso productivo y optimizar recursos	<ol style="list-style-type: none"> Determinar la técnica de recolección de datos Verificar la validez de la data Realizar el correcto análisis de la data empleando el software SPSS-25 Verificación de fiabilidad Realizar las conclusiones con relación al trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> SPSS-25, como software estadístico 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición de los datos haciendo uso de una matriz estadística

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de resultados

En este apartado se exponen los resultados obtenidos, mediante, el uso de la encuesta realizada a los colaboradores implicados en el área productiva de la empresa Marina Trading S.A., en el que el objetivo era poder demostrar cuál es la situación actual; las diferentes divisiones del conjunto están correlacionadas proporcionalmente la actualidad de la empresa, además de poder conocer con certeza cada uno de los procedimientos y métodos empleados en el proceso de producción de la organización.

Mediante, una recopilación y un respectivo análisis de datos, éstos lograron demostrar una validez y confiabilidad haciendo uso de la metodología de Kuder-Richardson (KR-20), además de una correlación de spearman procedente del software IBM-SPSS Statistics 25 empleada para la validación de la hipótesis tratada en esta investigación.

3.1.1. Validación de instrumentos

Con el objetivo de poder obtener datos de mayor confiabilidad se realizó una validación de instrumentos, mediante, el método de ábaco de Regnier, ya que es una herramienta en la cual se consulta a uno o varios expertos sobre un sector característico de la cual se obtiene una calificación, mediante colores (verde, naranja, y rojo) completados con el verde claro y el rojo claro, cuyo significado es; verde claro (favorable), rojo (muy desfavorable), rojo claro (desfavorable), amarillo (neutro), negro (abstención) (Chicaiza-Sanchez, 2022).

Fase I: Recoger la opinión de expertos

Para esta etapa, se efectúa la evaluación de la encuesta empleando la escala de colores, para realizar la evaluación se contó con nueve expertos, todos ingenieros, pero con más de 5 años de experiencia en su cargo, éstos llevaron a cabo la calificación de la encuesta de manera individual, pregunta por pregunta, según su criterio con relación a sus años de experiencia, en el anexo 9, se puede verificar la calificación de los expertos.

Fase 2: Tratamiento de los datos

Para esta etapa se construyó una matriz con la respuesta de los expertos, donde; en la fila están los ítems mantienen relación a la problemática y en las columnas se encontraban los expertos que formaron parte del presente estudio, La imagen del mosaico demostró el verdadero panorama para poder entender mejor la información cualitativa, observando, de mejor manera, la apreciación de cada uno de los expertos sobre el tema tratado.

Fase 3: Discusión de los resultados

Para esta fase última, se efectuó un análisis minucioso por filas, considerando que los primeros lugares corresponden a los ítems que cuenta con una mejor calificación (mayor cantidad de votos favorables), permitiendo poder observar de una mejor manera el valor asignado para cada ítem. Posteriormente, se realizó un análisis de los resultados obtenidos por columna, para poder calificar la opinión dada por cada uno de los expertos implicados en el estudio con el objetivo de poder identificar cual es la actitud de los evaluadores hacia el tema central.

3.1.2. Resultado de la encuesta aplicada en la línea de producción

Luego, de ejecutar la recolección de los datos mediante la encuesta a los empleados perteneciente al área productiva de la empresa Marina Trading S.A, y se obtuviera la información pertinente es agrupada según los objetivos, variables e hipótesis planteadas, los datos arrojados son presentados como muestra integrada por los colaboradores del área productiva tabla 9, en el (anexo 10), se evidencia el diagrama de barras de cada una de las preguntas:

Tabla 9 Resultados de la encuesta realizada a los colaboradores

Ítems	Respuesta	Ítems	Respuesta
P-1	En este apartado, los encuestados contestaron: el 55%, de manera negativa, mientras que el 45% contestó de manera positiva	P-6	Para este ítem, el 59% de los colaboradores manifestó positivamente ante el modelo de optimización, el 41% manifestó lo contrario
P-2	En esta ocasión el 65% de los encuestado respondió, de manera positiva, el 32% restante contesto que no	P-7	Para este apartado los colaboradores se manifestaron con un 64% a favor del modelo hará la producción más eficiente, el 36% manifestó lo contrario
P-3	El 59% de los encuestados contestaron positivamente, el 41% restante contestó lo contrario	P-8	En eta ocasión los implicados manifestaron con un 59% que no identifica los factores que alteran la producción, el 41% manifestó que no
P-4	El 77% de los encuestados contestó negativamente al preguntarle si conoce la mejora continua, el 21% manifestó lo contrario	P-9	El 59% de los encuestados manifestó que, si existen, mientras que el 41% restante manifestó que no
P-5	El 73% de los colaboradores manifestó positivamente al ítem, el 27% optó por decir que no	P-10	El 54% de los encuestados manifestó que negativamente, mientras que el 36% pronuncio lo contrario

Nota: Elaboración propia

3.1.3. Análisis de Fiabilidad de Kuder Richardson (KR20)

Para analizar la fiabilidad se empleó el método de Kuder Richardson (KR20), (tabla 10) ya que es esencial para ser empleado en los ítems dicotómicos con la finalidad de poder determinar cuál es la fiabilidad de los datos que se lograron obtener, mediante la herramienta empleada, para esto, se debe calcular el coeficiente de fiabilidad, Lara-Abad et al., (2021) considera que si el indicie oscila entre 0.70 y 0.90 es aceptable tabla 10

$$\begin{aligned} \sum p * q &= 2.3 & 1 - \frac{\sum p * q}{\sigma^2} &= 1 - \frac{2.3}{11} = 0.7815 \\ \sigma^2 &= 11 & r_{20} &= \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(1 - \frac{\sum p * q}{\sigma^2}\right) \\ k &= 10 & &= (1.11)(0.785) \\ & & &= 0.872 \\ r_{20} &= \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(1 - \frac{\sum p * q}{\sigma^2}\right) \\ \frac{k}{k-1} &= \frac{10}{10-1} = 1.11 \end{aligned}$$

Mediante, el empleo de la metodología de Kuder Richardson se logra obtener un valor de 0.872 con el que se interpreta la fiabilidad, de acuerdo con los intervalos ya establecidos por su creador, bajo este concepto la fiabilidad de la información es catalogada, en el (Anexo 11) se pueden evidenciar los cálculos empleados

Tabla 10 Resultados del método de Kuder

KR-20	Interpretación
0.9 – 1	Excelente
0.8 – 0.9	Buena
0.7 – 0.8	Aceptable
0.6 – 0.7	Débil
0.5 – 0.6	Pobre
< 0.5	Inaceptable

Nota: Elaboración propia

3.1.4. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis nula

Ho: El diseño de un modelo aplicando la teoría de restricciones no influye en la optimización de proceso de la empresa Marina Trading S.A

Hipótesis alterna

Ha: El diseño de un modelo aplicando la teoría de restricciones influye en la optimización de proceso de la empresa Marina Trading S.A

3.2. Correlación de las variables

Al tener una población encuestada que está por debajo de los 30 individuos se plantea la correlación de Sperman (tabla 11)

Tabla 11: Correlación de variables

			Correlaciones	
			3.- ¿La teoría de restricciones ayudara a mejorar el sistema de producción	6.- ¿Usted cree que se podrá aumentar los niveles de producción?
Rho de Spearman	3.-¿La teoría de restricciones ayudara a mejorar el sistema de producción	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	22	22
	6.- ¿Usted cree que se podrá aumentar los niveles de producción ?	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	.	.
		N	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
 Nota: Elaboración propia mediante IMB SPSS Statistics

Nivel de significancia, alfa 0.05

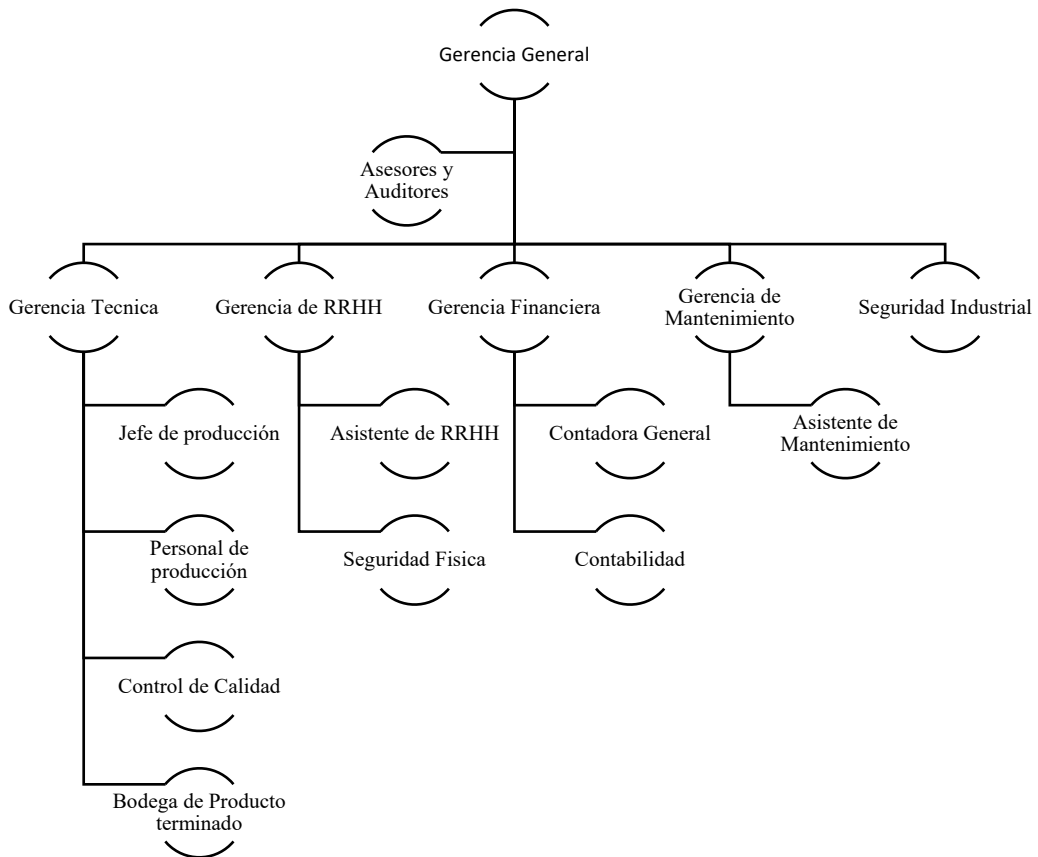
- Si $p < 0.05$, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula
- Si $p \geq 0.05$ se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula

Al tener presente lo parámetros descritos, anteriormente se pudo interpretar que existe una gran relación entre las dos variables expuestas, se obtuvo un $p=0 < 0.05$, además, es esta una relación de carácter directa y alta ($\rho=1,000$) ante esto, se acepta la hipótesis alterna y por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula

3.3.Descripción de la empresa

La empresa manufacturera Marina Trading S.A., es una organización ecuatoriana, dedicada a procesar productos provenientes del mar, haciendo uso de buenas prácticas empresariales, para procesar y enlatar sardinas de alta calidad, se encuentran en la provincia de Santa Elena, en el cantón Salinas, la mencionada empresa fue fundada el 25 de noviembre del 2015, tiene una producción promedio de 8 a 9 toneladas diarias. Esta empresa manufacturera cuenta de varios procesos para lograr transformar la materia prima en producto final, en la figura 23 se evidencian los distintos procesos realizados.

Figura 24: Estructura organizacional Marina Trading S.A.

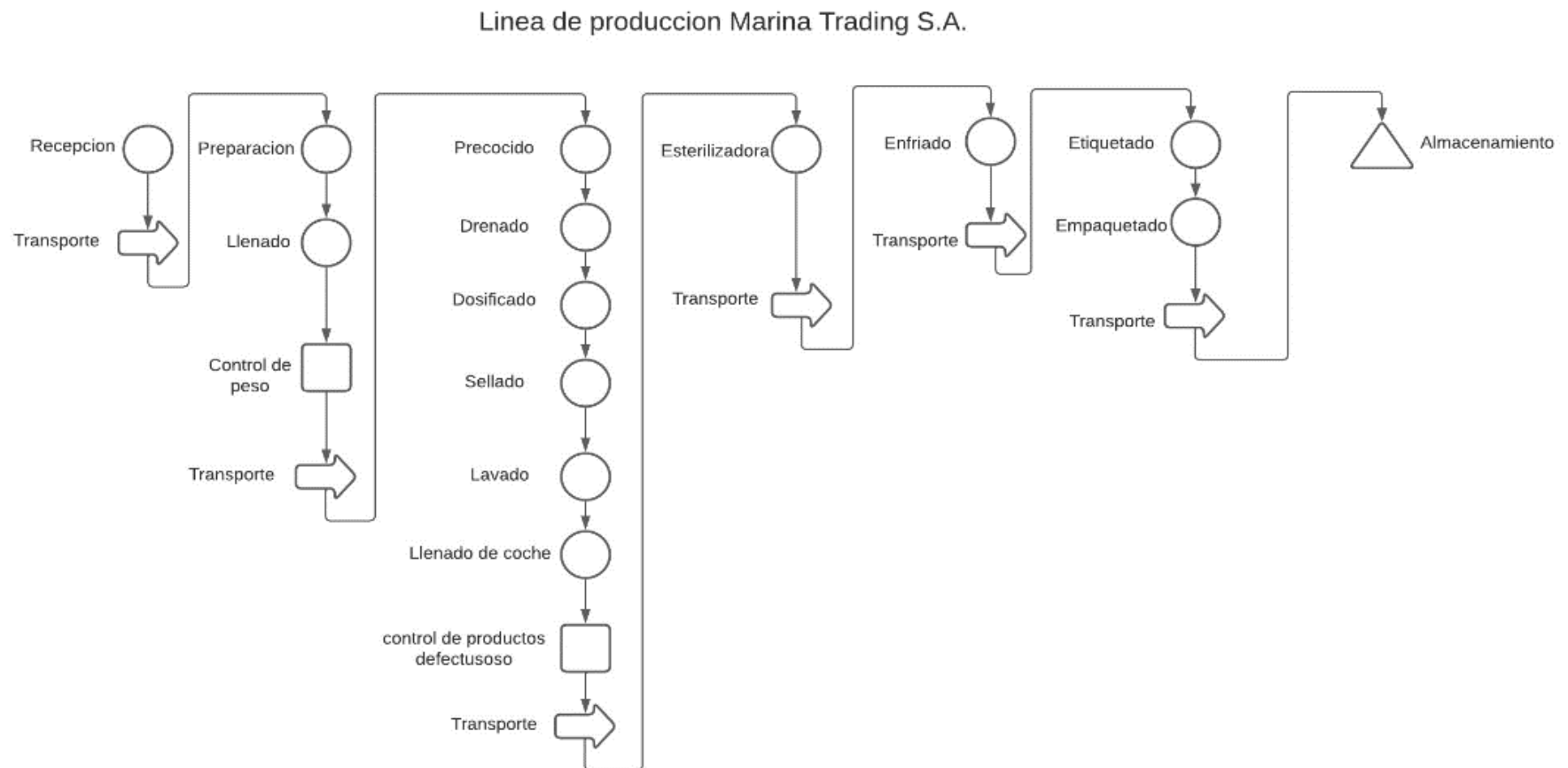


Nota: Elaboración Propia

3.3.2 Situación actual de la Empresa

Como se pudo conocer, mediante, la encuesta realizada a los colaboradores se encuentran implicados en el área productiva o línea de procesos, también se conoció que, actualmente, la empresa Marina Trading S.A., presenta complicaciones o restricciones en su línea de producción, para esto, se procedió a levantar procesos mediante, el diagrama de flujo con la finalidad de conocer cuál es el recorrido que tiene la materia prima hasta convertirse en producto terminado, además de conocer los tiempos empleados en cada proceso, figura 25.

Figura 25: Flujo de proceso de la empresa Marina Trading S.A



Nota: Elaboración Propia

Después de haber realizado un análisis de flujo de proceso, figura 25 de la empresa se procede a realizar réplicas de toma de tiempo, (10 réplicas) con la finalidad de determinar un tiempo promedio para la producción establecida y poder desarrollar el modelo de optimización con dichos datos, además de demostrar cómo se encuentran los tiempos de producción que, actualmente, maneja la empresa (Tabla 12) lata pequeña, (tabla 13) lata mediana, (tabla 14) lata grande

Tabla 12: Tabla de replicas (lata pequeña)

REPLICAS EN MINUTOS / LATA PEQUEÑA										
ACTIVIDAD	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
RECEPCIÓN	30	31	32	29	30	31	29	30	31	30
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	15	15	16	14	15	14	14	17	15	15
PREPARACIÓN	34	34	35	32	32	32	31	31	33	34
LLENADO	20	21	20	19	19	19	18	17	19	20
CONTROL DE PESO	10	10	10	10	10	8	9	10	11	12
TRANSPORTE	10	11	12	10	9	9	8	10	12	11
PRECOCIDO	20	20	20	20	15	22	25	18	18	17
DRENADO	10	10	10	11	11	10	9	11	12	13
DOSIFICADO	10	10	11	10	12	10	8	9	8	9
SELLADO	6	6	5	5	6	6	5	6	5	6
LAVADO	3	3	3	1	2	2	2	3	3	3
LLENADO DE COCHE	30	31	28	28	30	31	29	28	31	30
VERIFICAR FALLAS	15	15	15	14	16	15	15	14	15	15
TRANSPORTE A ESTERILIZADORA	10	10	10	10	10	12	11	11	9	8
ESTERILIZADORA	151	160	170	160	180	170	150	170	180	150
TRANSPORTE	15	16	14	15	14	16	15	14	15	16
ENFRIADO	250	270	270	280	290	260	260	280	290	290
TRANSPORTE	10	10	8	12	8	12	10	7	12	8
ETIQUETADO	80	80	75	80	80	75	79	75	78	80
EMPAQUETADO	15	15	11	16	14	15	15	14	16	15
TOTAL	744	778	775	776	803	769	742	775	813	782

Nota: Elaboración propia

La tabla 12, contiene las distintas mediciones que se efectuaron para determinar de mejor manera el tiempo, con la finalidad que el modelo sea lo mas asemejado a la realidad

Tabla 13: Tabla de replicas (lata mediana)

REPLICAS EN MINUTOS / LATA MEDIANA										
ACTIVIDAD	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
RECEPCIÓN	35	35	35	36	34	33	34	33	32	33
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	16	16	16	16	14	15	16	15	16	15
PREPARACIÓN	30	30	33	33	35	35	33	38	33	33
LLENADO	25	24	24	23	23	25	25	23	25	23
CONTROL DE PESO	12	11	11	10	10	11	13	12	12	12
TRANSPORTE	12	12	10	11	12	11	10	12	12	12
PRECOCIDO	25	26	24	24	26	26	23	24	24	24
DRENADO	10	11	12	11	12	11	12	11	11	13
DOSIFICADO	15	14	14	15	14	16	13	13	14	14
SELLADO	8	7	7	7	7	6	7	6	7	7
LAVADO	6	5	6	5	6	5	5	6	6	6
LLENADO DE COCHE	35	38	38	38	39	39	38	38	39	38
VERIFICAR FALLAS	15	14	14	15	15	14	16	13	13	14
TRANSPORTE A ESTERILIZADORA	12	12	11	10	12	11	11	12	10	12
ESTERILIZADORA	158	154	155	155	154	154	155	156	150	152
TRANSPORTE	20	19	19	19	18	18	17	20	21	20
ENFRIADO	260	258	259	258	257	263	258	261	258	258
TRANSPORTE	15	14	13	13	17	17	14	13	12	15
ETIQUETADO	90	85	89	89	86	91	90	88	87	86
EMPAQUETADO	16	16	14	14	15	16	15	16	14	16
TOTAL	815	801	804	802	806	817	805	810	796	803

Nota: Elaboración propia

La tabla 13, contiene las replicas que fueron tomadas, cuando se efectuaba la producción de latas mediadas con la finalidad de poder determinar la variabilidad de los tiempos empleados en cada uno de los procesos que se lleva acabado en la empresa.

Tabla 14 Tabla de replicas (Lata grande)

REPLICAS EN MINUTOS / LATA GRANDE										
ACTIVIDAD	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
RECEPCIÓN	40	39	39	38	36	41	42	39	41	38
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	17	18	17	15	16	15	16	15	16	15
PREPARACIÓN	35	39	39	38	39	39	38	38	39	39
LLENADO	30	30	29	28	29	28	29	30	31	31
CONTROL DE PESO	15	15	15	16	15	16	15	14	14	15
TRANSPORTE	14	15	15	17	15	15	13	15	16	14
PRECOCIDO	35	35	35	35	36	37	34	33	33	33
DRENADO	10	10	11	10	11	10	11	11	11	11
DOSIFICADO	18	18	18	18	17	17	18	18	17	17
SELLADO	10	9	10	8	12	10	10	11	10	11
LAVADO	9	9	9	8	9	8	9	8	8	8
LLENADO DE COCHE	40	38	40	39	39	40	39	40	39	40
VERIFICAR FALLAS	15	14	15	14	15	14	15	14	14	15
TRANSPORTE A ESTERILIZADORA	10	11	10	10	9	8	10	11	12	11
ESTERILIZADORA	165	160	160	161	160	163	161	162	160	160
TRANSPORTE	25	25	26	26	24	24	23	23	22	25
ENFRIADO	290	280	281	280	285	280	280	285	285	285
TRANSPORTE	18	18	17	17	17	16	18	16	18	18
ETIQUETADO	100	100	99	99	98	99	90	90	99	98
EMPAQUETADO	20	20	19	18	20	19	17	20	18	20
TOTAL	916	903	904	895	902	899	888	893	903	904

Nota: Elaboración propia

La tabla 14, está compuesta con las réplicas de las tomas que fueron tomadas en el tiempo de producción de latas grandes, para determinar la variabilidad que existen en los tiempos al efectuar cada uno de los procesos, esto se lo llevo a cabo con la finalidad de obtener el tiempo estándar que pueda ser empleado en el modelo de optimización.

El estudio de tiempo es una herramienta que brinda la posibilidad de determinar tiempos estándares en cada uno de los procesos que se realizan en una línea de producción, tiene como objetivo identificar los inconvenientes en la productividad por parte de los operadores, mejorando la productividad, seguridad y calidad de la producción (Parra et al., 2020).

Al hacer uso de esta herramienta, se procedió a realizar los cálculos para obtener el tiempo promedio; haciendo uso de la tabla 16 se procedió a realizar una valoración del proceso para lograr obtener el tiempo normal y el tiempo suplementario en la tabla 15, y así poder obtener el tiempo tipo que es el tiempo que más se asemeja al tiempo real y con el que se efectuarán los cálculos para el desarrollo del modelo, asemejando que es su estado actual.

Tabla 16: Valoración del proceso

Valoración		
Lento	< 100%	< 1
Normal	= 100%	1
Rápido	> 100%	> 1

Nota: Elaboración propia

Tabla 15: Tabla de suplemento

Suplementos	%	
Fatiga	5%	0,5
Necesidades personales	4%	0,4
Contingencia	4%	0,4
Políticas de la empresa	1%	0,1
	14%	0,14

Nota: Elaboración propia

En la tabla 18 se encuentran los valores que se deben considerar para determinar el proceso que es lento, normal o rápido, (<1, 1, >1) respectivamente, en la tabla 18 se determinan las consideraciones suplementarias como: fatiga, necesidades personales, contingencia, políticas de la empresa, para determinar los tiempos que serán empleados con una mayor exactitud.

Fórmula Tiempo Promedio

$$Tp = \frac{\sum t_n}{n}$$

Tiempo Normal

$$Tn = Tp * valoracion$$

Tiempo Tipo

$$Tt = Tn * (1 + suplemento)$$

Mediante esto, se procedió a presentar las siguientes tablas, con los tiempos establecidas haciendo uso de los tiempos suplementarios y la valorización del proceso ejecutado en la línea de producción de la empresa Marina Trading S.A tabla 17, tabla 18, tabla 19.

Tabla 17: Tiempo normal (lata pequeña)

REPLICAS EN MINUTOS / LATA PEQUEÑA														
ACTIVIDAD	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	Pro	Va l	T. N	T. t
RECEPCIÓN	30	31	32	29	30	31	29	30	31	30	30	0,9	27,3	31
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	15	15	16	14	15	14	14	17	15	15	15	0,9	13,5	15
PREPARACIÓN	34	34	35	32	32	32	31	31	33	34	33	0,8	26,2	30
LLENADO	20	21	20	19	19	19	18	17	19	20	19	0,9	17,3	20
CONTROL DE PESO	10	10	10	10	10	8	9	10	11	12	10	0,9	9,0	10
TRANSPORTE	10	11	12	10	9	9	8	10	12	11	10	0,9	9,2	10
PRECOCIDO	20	20	20	20	15	22	25	18	18	17	20	0,9	17,6	20
DRENADO	10	10	10	11	11	10	9	11	12	13	11	0,8	8,6	10
DOSIFICADO	10	10	11	10	12	10	8	9	8	9	10	0,9	8,7	10
SELLADO	6	6	5	5	6	6	5	6	5	6	6	0,9	5,0	6
LAVADO	3	3	3	1	2	2	2	3	3	3	3	0,9	2,3	3
LLENADO DE COCHE	30	31	28	28	30	31	29	28	31	30	30	0,9	26,6	30
VERIFICAR FALLAS	15	15	15	14	16	15	15	14	15	15	15	0,9	13,4	15
TRANSPORTE A ESTERILIZADOR A	10	10	10	10	10	12	11	11	9	8	10	0,9	9,1	10
ESTERILIZADOR A	151	160	170	160	180	170	150	170	180	150	164	0,8	131,3	150
TRANSPORTE	15	16	14	15	14	16	15	14	15	16	15	0,9	13,5	15
ENFRIADO	250	270	270	280	290	260	260	280	290	290	274	0,8	219,2	250
TRANSPORTE	10	10	8	12	8	12	10	7	12	8	10	0,9	8,7	10
ETIQUETADO	80	80	75	80	80	75	79	75	78	80	78	0,9	70,4	80
EMPAQUETADO	15	15	11	16	14	15	15	14	16	15	15	0,9	13,1	15
TOTAL	744	778	775	776	803	769	742	775	813	782	776			741,0

En la tabla 17, mediante la obtención de réplicas de toma de tiempos, y realizando los respectivos cálculos se determinó que el tiempo tipo para la producción de un lote diario de latas pequeñas es de 741 minutos, haciendo uso de la valorización del proceso y tomando en cuenta los tiempos suplementarios

Tabla 18: Tiempo normal (lata mediana)

ACTIVIDAD	REPLICAS EN MINUTOS / LATA MEDIANA										Pro	Va l	T.N	T. t
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10				
RECEPCIÓN	35	35	35	36	34	33	34	33	32	33	34	0,9	30,6	35
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	16	16	16	16	14	15	16	15	16	15	16	0,9	13,95	16
PREPARACIÓN	30	30	33	33	35	35	33	38	33	33	33	0,8	26,64	30
LLENADO	25	24	24	23	23	25	25	23	25	23	24	0,9	21,6	25
CONTROL DE PESO	12	11	11	10	10	11	13	12	12	12	11	0,9	10,26	12
TRANSPORTE	12	12	10	11	12	11	10	12	12	12	11	0,9	10,26	12
PRECOCIDO	25	26	24	24	26	26	23	24	24	24	25	0,9	22,14	25
DRENADO	10	11	12	11	12	11	12	11	11	13	11	0,8	9,12	10
DOSIFICADO	15	14	14	15	14	16	13	13	14	14	14	0,9	12,78	15
SELLADO	8	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	0,9	6,21	7
LAVADO	6	5	6	5	6	5	5	6	6	6	6	0,9	5,04	6
LLENADO DE COCHE	35	38	38	38	39	39	38	38	39	38	38	0,8	30,4	35
VERIFICAR FALLAS	15	14	14	15	15	14	16	13	13	14	14	0,9	12,87	15
TRANSPORTE A ESTERILIZADOR A	12	12	11	10	12	11	11	12	10	12	11	0,9	10,17	12
ESTERILIZADOR A	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0,9	138,8	158
TRANSPORTE	8	4	5	5	4	4	5	6	0	2	4		7	
ENFRIADO	20	19	19	19	18	18	17	20	21	20	19	0,9	17,19	20
TRANSPORTE	26	25	25	25	25	26	25	26	25	25	25	0,9	233,1	266
ETIQUETADO	0	8	9	8	7	3	8	1	8	8	9			
EMPAQUETADO	15	14	13	13	17	17	14	13	12	15	14	0,9	12,87	15
TOTAL	90	85	89	89	86	91	90	88	87	86	88	0,9	79,29	90
	16	16	14	14	15	16	15	16	14	16	15	0,9	13,68	16
	815	801	804	802	806	817	805	810	796	803	806			817,4

En la tabla 18 se determinaron mediante, los cálculos hechos con la réplica y la debida valorización, además de tener presente los valores suplementarios se determinar que para producir un lote diario de latas medianas es de 816 minutos.

Tabla 19: Tiempo normal (lata grande)

ACTIVIDAD	REPLICAS EN MINUTOS / LATA GRANDE													
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	Pro	Va l	T N	T t
RECEPCIÓN	65	66	65	65	65	64	64	65	65	65	65	0,9	58,41	66,6
TRANSPORTE A PREPARACIÓN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,9	4,5	5,1
PREPARACIÓN	39	39	38	37	42	41	42	41	38	37	39	0,8	31,52	35,9
LLENADO	63	62	63	64	61	64	63	63	61	61	63	0,9	56,25	64,1
CONTROL DE PESO	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,7	4,2	4,8
TRANSPORTE	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0,8	5,6	6,4
PRECOCIDO	12	12	11	11	12	12	11	12	12	12	12	0,9	107,8	122,
DRENADO	39	40	39	39	39	38	40	39	39	39	39	0,8	31,28	35,7
DOSIFICADO	90	91	90	91	92	89	88	89	90	92	90	0,9	81,18	92,5
SELLADO	60	61	62	61	60	61	59	61	60	58	60	0,9	54,27	61,9
LAVADO	12	12	11	11	12	12	11	12	12	11	11	0,9	107,4	122,
LLENADO DE COCHE	40	40	41	42	40	41	40	41	40	40	41	0,8	32,4	36,9
VERIFICAR FALLAS	5	5	5	5	5	5		5	5	5	5	0,9	4,5	5,1
TRANSPORTE A ESTERILIZADORA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,9	4,5	5,1
ESTERILIZADORA	16	16	17	16	16	16	16	17	15	16	16	0,7	11,27	12,8
TRANSPORTE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,9	3,6	4,1
ENFRIADO	34	34	34	34	34	34	33	32	34	34	34	0,8	26,96	30,7
TRANSPORTE	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,9	5,4	6,2
ETIQUETADO	65	65	65	65	65	64	65	65	65	64	65	0,9	58,32	66,5
EMPAQUETADO	60	60	60	61	61	60	61	61	60	59	60	0,9	54,27	61,9
TRANSPORTE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,8	4	4,6
ALMACENAMIENTO	62	62	61	62	61	64	61	61	63	65	62	0,9	55,98	63,8
TOTAL	916	919	914	916	919	919	908	919	915	912	916			916,2

Nota: Elaboración propia

En la tabla 19 también se hace el uso de réplicas en el proceso de producción de latas grandes de sardinas, en la que se logra obtener un tiempo normal, un tiempo promedio, y un tiempo tipo que es el que se obtiene después de haber tenido las debidas

consideraciones en la valorización, y los porcentajes suplementarios; se obtuvo que para un lote diario se necesitan 916 minutos.

Después de haber realizado los respectivos cálculos para cada proceso de producción y obtener tiempos normales o también, conocidos como tiempos tipo se procedió a llenar la tabla del análisis de proceso con la finalidad de poder conocer el tiempo que lleva cada proceso, inspección o transporte, estos datos son los que serán utilizados para desarrollar el modelo de optimización en su etapa inicial o etapa cero donde la tabla 20 es de la lata pequeña, tabla 21 lata mediana, tabla 22 lata grande.

Tabla 20: Diagrama de análisis de procesos (lata pequeña)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO						
Anexo #						
Diagrama 1 hoja 1 de 3		RESUMEN				
Producto: Lata Pequeña		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
Actividad		●				
Método: actual (X) Propuesto ()		■				
Lugar: Área de producción		→				
Elaborado por: Oswaldo Bernabe Aprobado por: Ing. Jorge Lucin		↓				
Fecha: Diciembre del 2023		Distancia (m)	4.7			
		Tiempo				
		Personal	22			
		Material \$				
		Otros \$				
		TOTAL \$				
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo			Observaciones
Recepción	0	30	●			
Transporte a preparación	0.5	15		→		
Preparación	0.2	30	■			
Llenado	0.1	20	●			
Control de peso	0.1	10		→		
Transporte	0.2	10		→		
Precocido	0.1	20	■			
Drenado	0.1	10	●			
Dosificado	0.1	10	■			
Sellado	0.1	6	●			
Lavado	0.1	3	■			
Llenado de coche	0.1	30	●			
Verificar fallas	0	15		→		
Transporte a Esterilizadora	0.9	10		→		
Esterilizadora	0	151	●			
Transporte	0.8	15		→		
Enfriado	0.1	250	■			
Transporte	0.5	10		→		
Etiquetado	0.1	80	●			
Empaquetado	0.1	15	■			
Almacenamiento	0.5	30		→		
Total	4.7	740				

Nota: Elaboración propia

La tabla 20, esta llena con los tiempos estándar o tiempos tipos que se lograron obtener mediante los cálculos efectuados con las distintas replicas que se tomaron en el proceso de producción

Tabla 21: Diagrama análisis de procesos (lata mediana)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO								
Anexo #								
Diagrama 2 hoja 2 de 3		RESUMEN						
Producto: Lata Mediana		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro			
Actividad		●						
Método: actual (X) Propuesto ()		■						
Lugar: Área de producción		→						
Elaborado por: Oswaldo Bernabe		↓						
Aprobado por: Ing. Jorge Lucin								
Fecha: Diciembre del 2023		Distancia (m)	4.7					
		Tiempo	815					
		Personal	22					
		Material \$						
		Otros \$						
		TOTAL \$						
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo					Observaciones
			●	■	→	↓	▽	
Recepción	0	35	X					
Transporte a preparación	0.5	16			X			
Preparación	0.2	30	X					
Llenado	0.1	25	X					
Control de peso	0.1	12			X			
Transporte	0.2	12			X			
Precocido	0.1	25	X					
Drenado	0.1	10	X					
Dosificado	0.1	15	X					
Sellado	0.1	8	X					
Lavado	0.1	6	X					
Llenado de coche	0.1	35	X					
Verificar fallas	0	15			X			
Transporte a Esterilizadora	0.9	12			X			
Esterilizadora	0	158	X					
Transporte	0.8	20			X			
Enfriado	0.1	260			X			
Transporte	0.5	15			X			
Etiquetado	0.1	90	X					
Empaquetado	0.1	16	X					
Almacenamiento	0.5	35					X	
Total	4.7	815						

Nota: Elaboración propia

La tabla 21 pertenece a los tiempos de los procesos efectuados en la producción de latas de sardinas pequeñas, contiene los tiempos que se obtuvieron mediante el método de estudio de tiempo y movimiento, que considera si el proceso de producción es lento, rápido o normal, los tiempos suplementarios también son considerados, para poder obtener un tiempo estándar que es el tiempo que mas se asemeja a la realidad de la empresa.

Tabla 22: Diagrama análisis de procesos (lata Grande)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO						
Anexo #						
Diagrama 3 hoja 3 de 3		RESUMEN				
Producto: Lata Grande		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
		●				
Actividad		■				
Método: actual (X) Propuesto ()		➔				
Lugar: Área de producción		⬇				
Elaborado por: Oswaldo Bernabe		Distancia (m)	4.7			
Aprobado por: Ing. Jorge Lucija		Tiempo	916			
Fecha: Diciembre del 2023		Personal	22			
		Material \$				
		Otros \$				
		TOTAL \$				
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo			Observaciones
Recepción	0	40	X			
Transporte a preparación	0.5	17		X		
Preparación	0.2	35	X			
Llenado	0.1	30	X			
Control de peso	0.1	15		X		
Transporte	0.2	14		X		
Precocido	0.1	35	X			
Drenado	0.1	10	X			
Dosificado	0.1	18	X			
Sellado	0.1	10	X			
Lavado	0.1	9	X			
Llenado de coche	0.1	40	X			
Verificar fallas	0	15		X		
Transporte a Esterilizadora	0.9	10		X		
Esterilizadora	0	165	X			
Transporte	0.8	25		X		
Enfriado	0.1	290		X		
Transporte	0.5	18		X		
Etiquetado	0.1	100	X			
Empaquetado	0.1	20	X			
Almacenamiento	0.5	40			X	
Total	4.7	916				

Nota: Elaboración propia

La tabla 22 es de las latas grandes, que contienen los tiempos empleados, la distancia recorrida y los distintos procesos que se efectuaron para su producción, los tiempos fueron dados obtenidos mediante en estudio de tiempos y movimientos considerando si el proceso era lento, rápido o trabaja de forma normal, también se consideraron los tiempos suplementarios presentes en el proceso de producción, con la finalidad de tener un tiempo real de la situación que actual de la empresa.

Después de haber llenado la tabla de análisis de procesos con los tiempos normales en cada uno de los procesos de producción que conforman a la empresa, y sabiendo que las cantidades de producción diaria para la lata pequeña es de 48000 unidades, para la lata mediana es de 54000 y para el caso de la lata grande 48000 unidades, se realizan los respectivos cálculos para establecer las cantidades producidas por minuto, como se puede evidenciar en la (tabla 23)

$$L. minutos = \frac{\text{Volumen diario}}{\text{Tiempo de produccion}}$$

Lata pequeña:

$$L. minutos = \frac{48000 \text{ unidades}}{740 \text{ minutos}} = 64.86 \rightarrow 65 \text{ unidades/minuto}$$

Lata Mediana:

$$L. minutos = \frac{54000}{815 \text{ minutos}} = 66.25 \rightarrow 66 \text{ unidades/minuto}$$

Lata Grande:

$$L. minutos = \frac{48000}{916 \text{ minutos}} = 52.40 \rightarrow 52 \text{ unidades/minuto}$$

Tabla 23: Unidades producidas por minuto

	TIEMPO	VOLUMEN X DIA	UNIDADES POR MINUTO
PRODUCTO PEQUEÑO	740,00	48000	65
PRODUCTO MEDIANO	815,00	54000	66
PRODUCTO GRANDE	916,00	48000	52

Nota: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la tabla 20, se pudo determinar que la empresa actualmente, tiene un volumen de producción diaria de 48000 latas pequeñas en 12 horas de producción, 54000 latas medianas en 13.6 horas, mientras que para producir 48000 latas grades, necesita de 15.26 horas, esto nos quiere decir que, produce 65

unidades pequeñas por minuto, 66 unidades mediadas por minuto y 52 unidades diarias por minuto, por lo que se propone un modelo de optimización para mejorar el sistema de producción.

3.4. Propuesta mejorada

3.4.1. Tema

“MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES”

3.4.2. Introducción

En la actualidad, las empresas recurren a los procesos de mejora continua, adaptando sus procesos al cambio, ligados al mejoramiento, que de forma directa o indirecta, generen un alza en sus niveles de producción, volviéndose una organización mucho más competitiva, la teoría de restricciones (TOC), está ligada a este tipo de herramientas de mejora continua, ya que su principio es un pensamiento sistemático, que busca ayudar a incrementar sus utilidades, las ventas, niveles de calidad y el servicio al cliente, también, además de reducir los costos y el tiempo de producción, mejora el nivel de inventarios (Soto-Chávez et al., 2021).

Los mercados se han visto en una evolución notable, pero no ocurre lo mismo en la forma en cómo se administran las empresas, ya que la mayoría de ellas aun realizan sus operaciones de forma tradicional, creadas cuando las necesidades eran distintas a las actuales, un gran grupo conformado por directores, gerentes y líderes de empresas alrededor del mundo han empezado a realizar un gran cambio en sus organizaciones, amoldándose a las nuevas exigencias en los actuales mercados, donde el cliente suele ser mucho más exigente, (Veliz et al., 2021).

En síntesis, la TOC se enfoca en el comportamiento de las restricciones del sistema para poder determinar mejoras que permitan lograr la meta deseada, ya sean estas físicas, mercantiles o políticas, el procedimiento de la teoría de restricciones, usando un enfoque de programación lineal es lo que se plantea, determinado un algoritmo para optimizar la producción (Herrera-Vidal et al., 2018).

3.4.3. Descripción del modelo de optimización usando la teoría de restricciones

El modelo matemático de optimización basado en la programación lineal, como cualquiera de los otros modelos de investigación de operaciones cuenta de componentes básicos, los cuales son: la variable de decisión que se busca determinar la meta, así como también cada una de las restricciones que se intenta satisfacer (Romero Rojas et al., 2019).

Intención

El modelado que aplica la teoría de restricciones tiene como finalidad optimizar el proceso de producción de la empresa Marina trading S.A, Salinas, Ecuador, direccionando y promoviendo en la empresa la mejora continua, haciendo modelados de diferentes perspectivas para poder llevar a cabo una correcta toma de decisiones que genere un incremento en sus ingresos, y su presencia en el mercado mejore, volviéndose más competitiva.

Las limitaciones podrían ser que algunos participantes abandonaron el estudio; que no se efectuó una sesión grupal que era importante; que se requería evidencia contraria, pero el presupuesto o tiempo se agotó y ya no se pudo regresar al campo para recabar más datos. Esta parte debe redactarse de tal manera que se facilite la toma de decisiones respecto de una teoría, un curso de acción o una problemática.

3.5. Investigación de operación y teoría de restricción

La investigación de operaciones (IO) se encuentra caracterizada porque hace uso de métodos analíticos, sumamente, avanzados, además del uso de técnicas especiales, para alcanzar el objetivo propuesto, además de poder brindar soluciones a los diversos problemas existentes como planeación, organización, integración y control, que se pueden presentar en cualquiera tipo de escenario ya sea este de forma natural o en su defecto por la mano del ser humano (Muyulema-Allaica et al., 2021).

La teoría de restricciones (TOC) es un enfoque para la gestión de procesos que se centra en la identificación y el aprovechamiento de las restricciones del sistema para mejorar el rendimiento general. La TOC se basa en la idea de que todos los sistemas tienen una o más restricciones que limitan su capacidad para generar resultados (Soto-Chávez et al., 2021).

3.5.1. TOC y Throughput

La contabilidad del Throughput (T) es un enfoque de contabilidad que se centra en el flujo de ingresos por ventas menos el costo de las materias primas. La T se basa en la idea de que el objetivo de una empresa es maximizar su flujo de ingresos por ventas. La T se utiliza en la TOC para identificar las restricciones del sistema. Las restricciones se definen como cualquier factor que limita la capacidad de una empresa para generar ingresos (Romero Rojas et al., 2019).

3.5.2. Investigación de operación y PL

La programación lineal (PL) es una herramienta matemática versátil empleada para la solución de problemas de incertidumbre o problemas de optimización, la PL se encuentra ligado a restricciones, también, lineales, su fácil adaptación permite que se puede utilizar para resolver una amplia gama de problemas, incluyendo la asignación de recursos, la planificación de la producción y la gestión de inventarios (Fleites-Avila et al., 2020). La PL se puede utilizar en la IO para mejorar el rendimiento de los procesos. Por ejemplo: la PL se puede utilizar para determinar la mejor mezcla de producción o para optimizar la asignación de recursos.

3.6.Caso de aplicación: Empresa Marina Trading S.A.

La empresa Marina Trading S.A. es una empresa dedicada a la importación y exportación de productos marinos. La empresa opera en el cantón Salinas, Ecuador. La empresa tiene un proceso de producción complejo que involucra varias etapas, incluyendo la recepción de materias primas, el procesamiento de productos, el almacenamiento y la distribución.

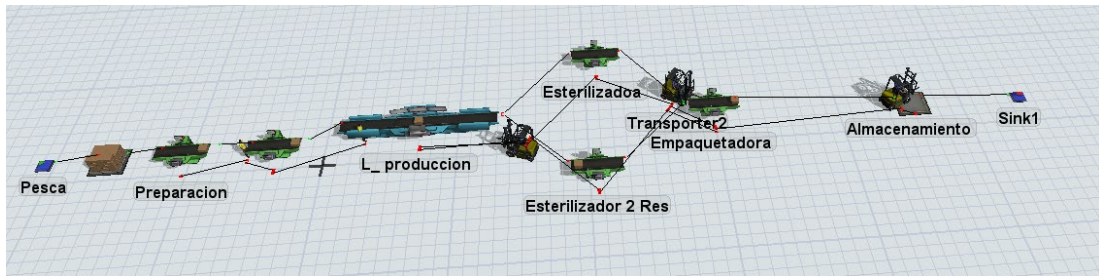
La empresa Marina Trading S.A. está buscando mejorar su rendimiento general. La empresa está preocupada por el hecho de que su proceso de producción es lento y costoso.

El objetivo de este caso de aplicación es desarrollar un modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones para ayudar a la empresa Marina Trading S.A. a mejorar su rendimiento general.

3.6.1. Descripción del proceso productivo

Los procesos que, actualmente, se realizan en la línea de producción de la empresa marina trading, se los detalla a continuación, además de una representación gráfica haciendo uso del software flexSim como se lo puede apreciar, en la figura 26, también se efectuó de una breve descripción de lo que se realiza en cada uno de los procesos.

Figura 26 Proceso productivo.



Nota: Elaboración propia

Recepción de pesca: La primera etapa del proceso productivo es la recepción de la pesca. La pesca se recibe fresca de los barcos pesqueros o de los proveedores. La pesca se clasifica según el tipo, el tamaño y la calidad.

Llenado manual: La siguiente etapa es el llenado manual. Los trabajadores colocan la pesca en las latas de conservas. El llenado manual es una tarea laboriosa y requiere mucha atención para garantizar que las latas se llenen, correctamente.

Proceso de producción

El proceso de producción se divide en las siguientes etapas:

Precocado: La pesca se precocina para matar las bacterias y mejorar el sabor. El precocado se puede realizar, mediante, cocción al vapor, cocción al baño maría o cocción en autoclave.

Drenado: La pesca se drena para eliminar el exceso de agua. El drenaje se puede realizar mediante centrifugación o decantación.

Dosificado: La pesca se dosifica en las latas de conservas. El dosificado se realiza manualmente o mediante maquinaria.

Sellado: Las latas de conservas se sellan para evitar la contaminación. El sellado se realiza, mediante, soldadura o termosellado.

Lavado de lata: Las latas de conservas se lavan para eliminar cualquier residuo de pescado o aceite. El lavado se realiza mediante agua caliente o vapor.

Llenado de coche: Las latas de conservas se colocan en los coches de esterilización.

Área de esterilización: La esterilización es el proceso de matar las bacterias en las latas de conservas. La esterilización se realiza, mediante, calor. Las latas de conservas se esterilizan en una autoclave a una temperatura de 120 °C durante 15 minutos.

Área de enfriado: Después de la esterilización, las latas de conservas se enfrían para evitar que se deformen. El enfriamiento se realiza, mediante, agua fría o aire.

Etiquetado y almacenamiento: Las latas de conservas se etiquetan con la información del producto. Las latas de conservas se almacenan en un lugar fresco y seco hasta su distribución.

3.7.Descripción del caso de aplicación

La empresa Marina Trading S.A. es una empresa dedicada a la importación y exportación de productos marinos. La empresa Marina Trading S.A. está buscando mejorar su rendimiento general, ya que se encuentra preocupada por el hecho de que su proceso de producción es lento y costoso.

El objetivo de este caso de aplicación es desarrollar un modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones para ayudar a la empresa Marina Trading S.A. a mejorar su rendimiento general.

Para desarrollar el modelo de optimización de procesos, se utilizó la siguiente metodología:

Evaluación del proceso de producción actual: Se recopilaron datos sobre las actividades, los recursos y las restricciones del proceso de producción.

Identificación de las restricciones del sistema: Se utilizó la teoría de restricciones para identificar las restricciones del sistema.

Mediante, la evaluación realizada por medio del diagrama de análisis de procesos se puede evidenciar que existen cuatro cuellos de botella o restricciones que son los que ralentiza el proceso de producción, entre ellas está el área de esterilización, ya que una de sus maquinarias se encuentra con desperfectos mecánicos, se tiene como restricción el área de enfriamiento, la preparación manual de la pesca para el respectivo llenado de las latas, el proceso de drenado también restringe la producción, y el llenado de los carros para la transportación de las latas, todos estos problemas ocasiona que la empresa no opere de forma eficiente.

Para mejorar el rendimiento de la planta de procesamiento, se desarrollaron las siguientes estrategias:

- Mantenimiento Preventivo y Correctivo
- Modernización de Equipos
- Análisis de Datos y Mejora Continua
- Reasignación de Recursos
- Motivación personal
- Capacitaciones

La implementación de estas estrategias permitiría a la empresa Marina Trading S.A. aumentar su capacidad de producción a 12 toneladas por día.

3.7.1. Modelo de optimización

Objetivo:

Maximizar el tiempo en las áreas consideradas como restricciones

Variables de Decisión:

- Horas de Funcionamiento de la Máquina Defectuosa: Representa el tiempo asignado para operar la máquina problemática.
- Recursos de Mantenimiento: Representa los recursos (personal, materiales, etc.) asignados al mantenimiento de la máquina.

Restricciones:

- Capacidad de la Máquina Defectuosa: El tiempo de funcionamiento no puede exceder la capacidad máxima de la máquina en su estado actual.

- Recursos Disponibles: La asignación de recursos de mantenimiento no puede exceder los recursos disponibles.
- Tiempo Disponible para Esterilización: El tiempo total disponible para la esterilización no debe ser comprometido.

Función Objetivo:

$$\text{maximizar} = (u_{ph})(h_{fmd})$$

Donde:

u_{ph} : unidad de producción por hora

h_{fmd} : horas de funcionamiento de la maquina defectuosa

3.7.2. Análisis de la aplicación de la teoría de restricciones

Identificación de la Restricción:

La restricción en el sistema se identificó mediante un análisis exhaustivo de los procesos de producción, donde se observó que el área de esterilización era el cuello de botella. La máquina específica que opera en esta área, al haber estado varios años en uso sin mantenimiento regular, fue identificada como la principal causa de la baja producción y eficiencia.

Aplicación de los Cinco Pasos de la TOC:

Identificación de la Restricción:

Al utilizar técnicas de observación y análisis de datos que fueron presentado en el estado actual de la empresa, las restricciones que afecta la producción, el área de esterilizado, preparación, drenado, llenado de coches.

Decisión sobre la Explotación o Subordinación de Recursos:

Para explotar la restricción en estos 4 procesos, se optó, inicialmente en maximizar el tiempo en cada una de ellas, pero es evidente que esta estrategia que se plantea utilizar no resulta conveniente a largo plazo y generara más gastos que beneficio a la empresa

Subordinación de Otros Recursos:

Se ajustaron las tareas y la asignación de recursos en otras etapas del proceso para adaptarse a la limitación temporal mientras se llevaba a cabo el mantenimiento de la máquina, y se pensaba en como incentivar al personal de preparación para el llenado de latas

Elevación de la Restricción:

Se implementó un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar el rendimiento de la máquina. Esto incluyó reparaciones, actualizaciones y ajustes para elevar su capacidad de producción.

3.8.Solución del caso de aplicación

Se presentan los resultados de la aplicación de la TOC y la optimización del caso de estudio.

3.8.1. Identificar la restricción

Para realizar este paso se tomaron en cuenta el tiempo de producción y la demanda por producto con el fin de obtener la capacidad requerida, capacidad disponible y la utilización. Para poder determinar estos elementos se tomó en consideración la jornada laboral para producción, el resultado obtenido indica que en el área de esterilización el porcentaje de utilización es de 139%, en el área de preparación es del 119%, mientras que en el drenado es del 120%, el llenado de coches tiene una utilización del 150%, y el enfriado de las latas tiene un 114% de utilización, en la tabla 24 se aprecia con detalle las operaciones realizadas.

Tabla 24 Identificación de restricción

PUESTOS DE TRABAJO	Nº DE MAQUINAS O TRABAJADORES	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN POR AREA (MINUTOS)			TIEMPO EMPLEADO	CAPACIDAD DISPONIBLE (MINUTOS)	UTILIZACION (%)
		PRODUCTO PEQUEÑO	PRODUCTO MEDIANO	PRODUCTO GRANDE			
RECEPCCIÓN	1	30	35	40	105	110	95%
T. PREPARACION	1	15	16	17	48	60	80%
PREPARACIÓN	2	30	30	35	95	80	119%
LLENADO	5	20	25	30	75	80	94%
CONTROL DE PESO	2	10	12	15	37	45	82%
TRANSPORTE	2	10	12	14	36	40	90%
PRECOCIDO	1	20	25	35	80	95	84%
DRENADO	1	10	10	10	30	25	120%
DOSIFICADO	1	10	15	18	43	50	86%
SELLADO	1	6	8	10	24	30	80%
LAVADO	1	3	6	9	18	25	72%
LLENADO	2	30	35	40	105	70	150%
INSPECCION	2	15	15	15	45	50	90%
T. ESTERILIZADORA	1	10	12	10	32	40	80%
ESTERILIZACIÓN	2	151	158	165	474	340	139%
TRANSPORTE	1	15	20	25	60	70	86%
ENFRIADO	1	250	260	290	800	700	114%
TRANSPORTE	1	10	15	18	43	50	86%
ETIQUETADO	2	80	90	100	270	280	96%
EMPAQUETADO	1	15	16	20	51	55	93%

Nota: Elaboración propia

3.8.2. Definición de las variables.

Variables de decisión

C_{ab} : cantidad de latas a producir en un tiempo b

p : subíndice de proceso

Parámetros constantes

U_a = Margen throughput por producto fabricado.

D_{ab} = Demanda de producto en el periodo b.

T_{rab} = Tiempo requerido por producto en el proceso p.

T_{dab} = Tiempo disponible de cada proceso p en el periodo b.

El objetivo planteado fue la maximización del throughput que se encuentra dado por la siguiente expresión:

$$MAX \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T U_i * C_{ij}$$

Restricciones del problema: El modelo matemático consideró restricciones tales como: la demanda, la capacidad disponible, y las variables enteras y no negativas.

Restricción de demanda: La demanda corresponde a cuatro 3 órdenes de producción, las cuales equivalen a catorce productos

3.8.3. Solución obtenida del Throughput de la TOC

En la tabla 25, se muestra el detalle de la solución planteada para la problemática presentada en este proyecto.

Tabla 25 Solución de la TOC

	P. Pequeño	P. Mediano	P. Grande
Costos directos	\$2.455,81	\$2.764,49	\$2.994,06
Costos indirectos	\$174,37	\$199,59	\$212,49
Precio de venta (USD)	\$2,40	\$1,80	\$1,41
Throughput (USD)	\$2.781,99	\$3.133,71	\$3.389,73
Margen Throughput producto(USD)	\$2,40	\$1,80	\$1,41
Margen Throughput por tiempo en restricción (USD)	1.25	1.20	1.72
solución por método de Throughput			
Cantidades a fabricar (unidad)	55670	62646	57620
Secuencia de producción	1	2	3
Tiempo requerido en la restricción (min)	471	493	540
Tiempo acumulado requerido en la restricción (min)	740,00	815,00	916,00
Tiempo disponible en la restricción (min)			823,67

Nota: Elaboración propia

3.8.4. Elevar la restricción

La empresa cuenta con dos máquinas para el área de esterilización, de las cuales una se encuentra en condiciones desfavorables ocasionando que exista un retraso en la línea de producción de esta, para ello, se tomó en consideración el cambio de la maquina o el mantenimiento preventivo y/o correctivo de esta, con el fin de poder eliminar el cuello de botella que se presenta. Para el área de preparación, al ser un recurso humano se optó por promover incentivos a los trabajadores para que mejoren sus tiempos de producción, en el área de drenado y enfriado, se realizó una correcta calibración para mitigar la restricción, mientras que, para el llenado de carros, al ser realizado por el recurso humano se promovió el trabajo en grupo con la finalidad de mejorar el tiempo que, actualmente, se estaba teniendo. En la tabla 24 se presentan las mejoras en la línea de producción de la empresa.

Tabla 26 Mejoras de la propuesta

PUESTOS DE TRABAJO	NUMERO DE MAQUINAS O TRABAJADOR	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN POR AREA (MINUTOS)			TIEMPO REQUERIDO	CAPACIDAD DISPONIBLE (MINUTOS)	UTILIZACION (%)
		PRODUCTO PEQUEÑO	PRODUCTO MEDIANO	PRODUCTO GRANDE			
RECEPCCIÓN	1	20	25	30	75	110	68%
T. PREPARACION	1	12	12	15	39	60	65%
PREPARACIÓN	2	20	22	26	68	80	85%
LLENADO	5	20	25	28	73	80	91%
CONTROL DE PESO	2	10	12	14	36	45	80%
TRANSPORTE	2	10	12	14	36	40	90%
PRECOCIDO	1	20	25	30	75	95	79%
DRENADO	1	5	6	7	18	25	72%
DOSIFICADO	1	5	5	5	15	20	75%
SELLADO	1	5	8	8	21	30	70%
LAVADO	1	3	6	9	18	25	72%
LLENADO	2	18	20	22	60	70	86%
INSPECCION	2	15	15	15	45	50	90%
T. ESTERILIZADORA	1	10	11	12	33	40	83%
ESTERILIZACIÓN	2	100	101	105	306	340	90%
TRANSPORTE	1	10	12	15	37	70	53%
ENFRIADO	1	200	205	210	615	700	88%
TRANSPORTE	1	10	15	16	41	50	82%
ETIQUETADO	2	80	90	95	265	280	95%
EMPAQUETADO	1	15	16	20	51	55	93%

Nota: Elaboración propia

Mediante los cinco pasos de la teoría de restricciones se pudo determinar que la restricción se encontraba en el área de esterilizado, ya que, actualmente, se encontraba una maquinaria en mal estado, y su funcionamiento no era el óptimo ya que se bajó del 119% al 85%, además que los procesos realizados por el recurso humano fueron tratados en base a incentivos y charlas motivacionales para que el colaborador trabaje de la mejor manera logrando bajar de 120% y 150% respectivamente a un 72% y 86% para cada caso, el área de enfriado y drenado, necesitan de calibraciones para mejorar el proceso productivo bajando de un 139% y 114% respectivamente a un 90% y 88% para cada proceso, como se lo puede apreciar en la tabla 26.

Niveles de producción antes y después

Después de haber realizado el modelo de optimización, se puede realizar una estimación, hacia los nuevos niveles de producción, pidiendo hacer una comparación del estado actual, y el propuesto con la finalidad de poder determinar los beneficios que obtendrá la empresa, como se puede vivenciar este contraste en la tabla 25 y tabla 26

Tabla 27: Nueva producción

	TIEMPO ANTIGUO	TIEMPO NUEVO	TIEMPO AHORRADO	UNIDADES POR MINUTO	NUEVAS UNIDADES	NUEVA PRODUCCION
PRODUCTO PEQUEÑO	740,00	622	118,00	65	7670	55670
PRODUCTO MEDIANO	815,00	684	131,00	66	8646	62646
PRODUCTO GRANDE	916,00	731	185,00	52	9620	57620

Nota: Elaboración propia

Después que se identificó los cuellos de botellas presente en la línea de producción, se obtuvo como resultado una disminución de los tiempos de producción en los procesos críticos, en la producción del producto pequeño, se ahorraron 622 minutos, con lo que se puede llegar a producir 7670 nuevas unidades, para tener un lote diario de 55670 unidades, para el producto mediano, se disminuyó a 684 minutos, con lo que se pueden producir 8646 nuevas unidades, que representa un lote diario de 62546 unidades, en el caso del producto grande, se ahorró 131 minutos, lo que equivale a 7670 nuevas unidades más al lote de producción diario, llegando a 57620 unidades, como se lo puede apreciar en la tabla 27.

Análisis de procesos con los nuevos tiempos empleados

Figura 27: Diagrama de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, producto pequeño)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO					
Anexo #					
Diagrama 1 hoja 1 de 3	RESUMEN				
Producto: Lata Pequeña	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
Actividad	●				
Método: actual (□) Propuesto (x)	■				
Lugar: Área de producción	➔				
Elaborado por: Oswaldo Bernabe	⬇				
Aprobado por: Ing. Jorge Lucin					
Fecha: Diciembre del 2023					
	Distancia (m)	4.7	4.7	-	
	Tiempo	740	622	118	
	Personal	22	22	-	
	Material \$				
	Otros \$				
	TOTAL \$				
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo		Observaciones
Recepción	0	30	●		
Transporte a preparación	0.5	15		■	
Preparación	0.2	20		➔	Organización en equipo, motivaciones
Llenado	0.1	20		⬇	
Control de peso	0.1	10		▼	
Transporte	0.2	10			
Precocido	0.1	20			
Drenado	0.1	5			Se calibro la maquinaria
Dosificado	0.1	15			
Sellado	0.1	8			
Lavado	0.1	6			
Llenado de coche	0.1	18			Incentivar el trabajo en equipo
Verificar fallas	0	15			
Transporte a Esterilizadora	0.9	10			
Esterilizadora	0	100			Reparación de maquina defectuosa
Transporte	0.8	15			
Enfriado	0.1	200			Se calibro la maquinaria
Transporte	0.5	10			
Etiquetado	0.1	80			
Empaquetado	0.1	15			
Almacenamiento	0.5	30			
Total	4.7	622			

Nota: Elaboración propia

Con el modelo de optimización, y a la vez el uso de la teoría de restricciones se logro disminuir los tiempos de producción en los puntos críticos, con lo que se puede llenar el diagrama de análisis de proceso propuesto, y las observaciones o soluciones que se realizaron en cada proceso, figura 27.

Figura 28: Diagrama de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, producto mediano)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO						
Anexo #						
Diagrama 2 hoja 2 de 3	RESUMEN					
Producto: Lata Mediana	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro		
Actividad	●					
Método: actual (O) Propuesto (X)	■					
Lugar: Área de producción	→					
	⤵					
Elaborado por: Oswaldo Bernabe	Distancia (m)	4.7	4.7	-		
Aprobado por: Ing. Jorge Lucija	Tiempo	815	684	131		
Fecha: Diciembre del 2023	Personal	22	22	-		
	Material \$					
	Otros \$					
	TOTAL \$					
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo			Observaciones
Recepción	0	35	X			
Transporte a preparación	0.5	16		X		
Preparación	0.2	22	X			Organización en equipo, motivaciones
Llenado	0.1	25	X			
Control de peso	0.1	12		X		
Transporte	0.2	12			X	
Precocido	0.1	25	X			
Drenado	0.1	6	X			Se calibro la maquinaria
Dosificado	0.1	18	X			
Sellado	0.1	10	X			
Lavado	0.1	9	X			
Llenado de coche	0.1	20	X			Incentivar el trabajo en equipo
Verificar fallas	0	15		X		
Transporte a Esterilizadora	0.9	12			X	
Esterilizadora	0	101	X			Reparación de maquina defectuosa
Transporte	0.8	20			X	
Enfriado	0.1	205			X	Se calibro la maquinaria
Transporte	0.5	15			X	
Etiquetado	0.1	90	X			
Empaquetado	0.1	16	X			
Almacenamiento	0.5	35			X	
Total	4.7	684				

Nota: Elaboración propia

La figura 28, muestra los tiempos propuestos para el producto mediano, y el tiempo que se logró ahorrar, el diagrama de análisis de procesos fue llenada mediante la información obtenida en el modelo de optimización.

Figura 29: Diagrama de análisis de procesos con nuevos tiempos (Propuesto, Producto grande)

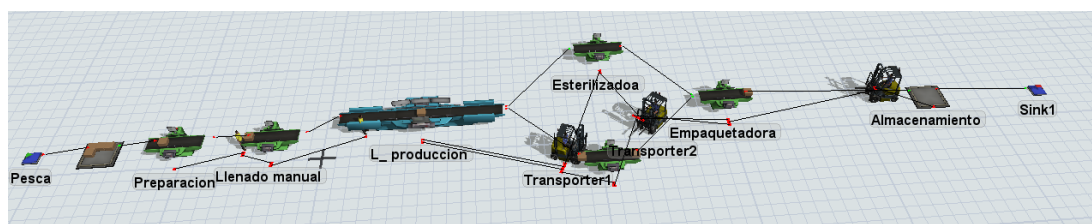
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO						
Anexo #						
Diagrama 3 hoja 3 de 3		RESUMEN				
Producto: Lata Grande		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorro	
Actividad		●				
Método: actual (○) Propuesto (X)		■				
Lugar: Área de producción		→				
		↓				
Elaborado por: Oswaldo Bernabe		Distancia (m)	4.7	4.7	-	
Aprobado por: Ing. Jorge Lucio		Tiempo	916	731	185	
Fecha: Diciembre del 2023		Personal	22	22	-	
		Material \$				
		Otros \$				
		TOTAL \$				
Descripción	Distancia	tiempo	símbolo			Observaciones
Recepción	0	40	●			
Transporte a preparación	0.5	17		→		
Preparación	0.2	26	■			Organización en equipo, motivaciones
Llenado	0.1	30	○			
Control de peso	0.1	15		→		
Transporte	0.2	14		→		
Precocido	0.1	35	○			
Drenado	0.1	7	○			Se calibro la maquinaria
Dosificado	0.1	5	○			
Sellado	0.1	8	○			
Lavado	0.1	9	○			
Llenado de coche	0.1	22	○			Incentivar el trabajo en equipo
Verificar fallas	0	15		→		
Transporte a Esterilizadora	0.9	10		→		
Esterilizadora	0	105	○			Reparación de maquina defectuosa
Transporte	0.8	25		→		
Enfriado	0.1	210	○			Se calibro la maquinaria
Transporte	0.5	18		→		
Etiquetado	0.1	100	○			
Empaquetado	0.1	20	○			
Almacenamiento	0.5	40		→		
Total	4.7	731				

Nota: Elaboración propia

En la figura 29, se encuentran los tiempos propuestos, notando una reducción en comparación con el tiempo que actualmente se maneja la empresa 916 minutos, el tiempo propuesto es de 731 minutos, ahorrando 185 minutos, además de mostrar las observaciones que se ejecutó en cada proceso.

Simulación Propuesta

Figura 30: Simulación del modelo propuesto



Nota: Elaboración propia

En la figura 30, se puede apreciar que la simulación adaptada al modelo de optimización que fue desarrollado con la finalidad de mejorar los niveles de producción de la empresa, haciendo uso del software flexSim, se puede apreciar que el proceso lineal es mucho más rápido, sin tantas demoras o paras innecesarias que repentizaban el proceso de producción de la empresa Marina Trading S.A.

3.9. Presupuesto

En la tabla 28, se detallan los distintos ítems implicados en el desarrollo del modelo de optimización en la que se obtiene un total de \$7 434.89 dólares americanos.

Tabla 28: Presupuesto de tema de investigación

Ítem	Cantidad	Tiempo	Costo Unitario	Costo Total
Inversión				
Honorarios para Investigador	4	mes	\$ 475,00	\$ 1.900,00
Mantenimiento de equipo	2		\$ 950,00	\$ 1.900,00
Equipo de computación (depreciación)	1		\$ 40,00	\$ 40,00
Instalación de programa	2		\$ 130,00	\$ 260,00
Capacitaciones	4	mes	\$ 150,00	\$ 600,00
Servicio de internet	4		\$ 30,00	\$ 120,00
Impresora	1		\$ 120,00	\$ 120,00
Gastos de transporte	4	mes	\$ 145,00	\$ 580,00
Fotocopias	500		\$ 0,10	\$ 50,00
Marcadores	3		\$ 1,20	\$ 3,60
Esferos y lapices	5		\$ 0,45	\$ 2,25
Hojas	500		0,01	\$ 5,00
Calibracion de maquina	2		\$ 450,00	\$ 900,00
Insentivo a trabajadores	4		\$ 150,00	\$ 600,00
Subtotal				\$ 7.080,85
Imprevisto 5%				\$ 354,04
Total				\$ 7.434,89

Nota: Elaboración propia

El valor de \$7,434.89 dólares americanos, es la cantidad estimada para el desarrollo de la propuesta de un modelo de optimización para la empresa Marina Trading S.A. Si bien se ha establecido un flujo de caja de 5 años con una tasa de interés del 15%. Mediante el cálculo de las herramientas financieras (VAN, TIR y PR) con respecto al escenario presentado en el flujo de caja, es desarrollado para la demostración de la confiabilidad del proyecto presentado a la inversión que es estableció en el presupuesto.

- **VAN (\$)** = Valor Actual Neto de la Inversión
- **TIR(%)** = Tasa de Retorno Interno
- **PR(t)** = Periodo de recuperación de la inversión

En la tabla 29 se muestran los Costos y Gastos de producción, así como también el debido margen de ganancia, y el valor de venta.

Tabla 29: Costos y gastos de producción

ITEM	PRODUCTO A	PRODUCTO B	PRODUCTO C	TOTALES
COSTOS Y GASTOS	\$ 24.902,89	\$ 37.419,25	\$ 69.629,47	\$ 131.951,61
COSTOS DIRECTOS	\$ 22.006,12	\$ 33.066,55	\$ 55.187,41	\$ 110.260,08
MATERIA PRIMA	\$ 5.807,68	\$ 8.726,66	\$ 14.564,62	\$ 29.098,96
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 1.598,95	\$ 2.402,60	\$ 4.009,89	\$ 8.011,44
MATERIAL DE EMPAQUE	\$ 14.599,49	\$ 21.937,29	\$ 36.612,90	\$ 73.149,68
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.561,91	\$ 2.346,94	\$ 11.094,47	\$ 15.003,32
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 636,97	\$ 957,12	\$ 1.597,41	\$ 3.191,50
MATERIALES Y SUMINISTROS	\$ 243,29	\$ 365,57	\$ 610,12	\$ 1.218,98
MANTENIMIENTO	\$ 603,02	\$ 906,10	\$ 1.512,25	\$ 3.021,37
DEPRECIACIONES	\$ 28,91	\$ 43,44	\$ 7.250,00	\$ 7.322,35
SEGUROS	\$ 49,72	\$ 74,71	\$ 124,69	\$ 249,12
COSTOS DE FABRICACION	\$ 23.568,03	\$ 35.413,49	\$ 66.281,88	\$ 125.263,40
GASTOS OPERACIONALES	\$ 1.334,86	\$ 2.005,76	\$ 3.347,59	\$ 6.688,21
GASTOS DE VENTAS	\$ 248,96	\$ 374,08	\$ 624,34	\$ 1.247,38
GASTOS DE ADMINISTRACION	\$ 730,87	\$ 1.098,21	\$ 1.832,90	\$ 3.661,98
GASTOS FINANCIEROS	\$ 355,03	\$ 533,47	\$ 890,35	\$ 1.778,85
MARGEN DE UTILIDAD	16%	16%	16%	
PRECIOS DE VENTAS	\$ 155,64	\$ 155,91	\$ 174,07	
VENTAS	\$ 25.058,69	\$ 37.575,32	\$ 69.803,70	\$ 132.437,72

Nota Elaboración propia

En la tabla 30, se presenta la caja de flujo en la que los datos son seleccionados de la propuesta del tema de estudio.

Tabla 30:Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		\$ 132.437,72	\$ 135.086,47	\$ 137.735,23	\$ 140.383,98	\$ 143.032,74
Costo Directo		\$ 110.260,08	\$ 110.260,08	\$ 110.260,08	\$ 110.260,08	\$ 110.260,08
Costo Indirecto		\$ 15.003,32	\$ 15.003,32	\$ 15.003,32	\$ 15.003,32	\$ 15.003,32
Gastos		\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21
Inversion	\$ - 7.434,89					
	\$ - 7.434,89	\$ 486,11	\$ 3.134,86	\$ 5.783,62	\$ 8.432,37	\$ 11.081,13
valor presente		\$ 419,06	\$ 2.329,72	\$ 3.705,32	\$ 4.657,12	\$ 6.120,01
Suma	\$ 17.231,23					
van	\$ 3.676,33					
tir		32%				

Nota Elaboración propia

Los indicadores de inversión se desarrollan de la siguiente manera:

- **Tasa de interés**

$$Tasa\ de\ interés\ (\%) = Valor\ definido$$

$$Tasa\ de\ interés\ (\%) = 16\%$$

- **Valor Actual Neto**

$$Valor\ Actual\ Neto = -Inversión + Flujos\ Actualizados$$

$$VAN = \$3\ 676.33$$

- **Tasa Interna de Recuperación**

$$TIR\ (\%) = Diferencia\ del\ valor\ inicial\ y\ valor\ final$$

$$TIR\ (\%) = 32\%$$

El resultado obtenido de los índices de inversión es que se obtiene una tasa de interés del 16% que en relación con el valor actual neto (VAN) tiene una ganancia de \$3 676.33 y de una tasa de retorno interno (TIR) con un porcentaje del 32%, es decir, que el TIR es mayor que la tasa de interés definida, como resultado se considera que el proyecto es rentable con un periodo de recuperación de la inversión en el segundo año respecto a los cálculos obtenido

3.10. Marco de discusión

En la parte del estado del arte donde se empleó la revisión bibliométrica y el análisis de citas, además, se logró conocer los distintos modelos que fueron empleados en cada diferente caso de estudio, pero en especial los que tenían como finalidad optimizar procesos de una empresa o organización, ante esto se seleccionó el modelado matemático con programación lineal, ya que la (PP) resulta ser trascendental en la interna de las organizaciones, además de ser primordial en las empresas manufactureras (Gonzales et al., 2020). Con base en el artículo (Romero-Rojas et al., 2019), se empleó la teoría de restricciones como una herramienta para poder identificar cual la restricción presente en el sistema de producción para su posteriormente, hacer una propuesta en cuanto a un aumento de la producción con lo mismos recursos

Es importante recalcar, que el enfoque de este trabajo de investigación es de carácter cuantitativo, su diseño es descriptivo, ya que realiza registros de los distintos fenómenos ocurridos en el proceso para realizar un análisis respectivo, además, es correlacional ya que se limita a la relación que existen entre la variable independiente y dependiente para realizar la adopción del modelo al proceso de producción de la empresa Marina Trading S.A., (Hernández -Sampieri et al., 2010). Para la selección de la población, no se necesitó extraer una muestra ya que la línea de producción cuenta con 22 personas laborando, por lo que se trabajó en un censo que abarca a la totalidad de los implicados con la finalidad de poder conocer cuál es el estado actual de la empresa (Del Cid et al., 2007).

Al finalizar el modelado de optimización se plantea poder producir una media de 12T en el mismo horario que actualmente maneja la empresa, en la actualidad la organización produce 8 toneladas diaria, a pesar que su capacidad le permite producir más las restricciones presentes se lo impedía. Este modelado de optimización se realizó

con el permiso del gerente y presidente de la organización, con la finalidad de establecer un estudio en su línea de producción, a su vez promover el estudio superior a los universitarios, y estos se convierta en la fuerza que genere el cambio positivo del rumbo industrial del país

3.11. Limitantes de estudio

Una de las limitaciones encontradas en este tema de titulación, es la materia prima, pues es muy variable, esta variación se encuentra ligada a las fases lunares, el abastecimiento de materia prima (pescado) se reduce en la etapa de la luna conocida como clara o cuarto menguante, ocurre lo contrario en la fase lunar luna nueva donde la presencia de peses es abundante (García Dueñas et al., 2022)

Para el desarrollo de esta propuesta de modelo de optimización se debe tener conocimientos de programación y conocimientos en Excel, ya que, es necesario, identificar las ecuaciones a optimizar, además de las respectivas restricciones que afectan a la función objetivo, y conocimientos de simulación en flexsim para poder representar el antes y el después de usar la propuesta

CONCLUSIONES

En resumen, se logró la ejecución de forma satisfactoria el cumplimiento del objetivo general, además de la respuesta a la pregunta, un modelo de optimización de procesos, hará más eficiente el proceso de producción de la empresa Marina Trading S.A.

1. La ejecución de un análisis bibliométrico actualizado proporcionando un respaldo sólido y confiable en la información obtenida por el estado del arte que permitió la validación de las variables, donde se obtuvo 30 artículos con diferentes modelos de optimización y su relación con la teoría de restricciones.
2. Construir un marco metodológico es importante ya que ayuda al investigador poder seleccionar las técnicas, instrumentos y métodos para la recolección de datos, además de hacer una replicada de una metodología ya implementada por uno o varios autores
3. Por medio del desarrollo del modelo de optimización se logran mejoras en los cuellos de botellas encontrados en el sistema de producción, ya que en el área de esterilizado se pasó de un 132% al 85%, para el área de preparación y llenado de colles se pasó de un 119% y 150% respectivamente a un 85% y 86% para cada uno de ellos, en el área de enfría y drenado, de un 114% y 120% respectivamente a un 88% y 72% para cada uno, se obtuvo un ahorro de 118 minutos en las latas pequeñas, permitiendo producir 7670 unidades más, en los productos medianos, se disminuyó 131 minutos al tiempo que actualmente tenía la empresa, obteniendo 8646 nuevas unidades, para el producto grande, se ahorraron 185 minutos, haciendo que se produzcan 9620 unidades mas

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo de investigación Modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones en la empresa Marina Trading S.A, Santa Elena, Ecuador, se considera dar las siguientes recomendaciones a considerar:

1. Hacer uso de metodología como la revisión bibliométrica con el análisis de citas, mediante, los diferentes motores de búsqueda permitiendo al investigador tener una amplia cantidad de documentos actualizados, abierto al público, para efectuar el respectivo análisis de estudio.
2. El marco metodológico, es necesario para establecer la técnica instrumentos y metodología se va a emplear, por lo que recomiendo utilizar técnicas sencillas pero útiles para la recolección de datos
3. El modelo de optimización resulta ser útil a la hora de realizar estimaciones, con respecto a la mejora en los procesos, ya que se pueden hacer proyecciones a largo y corto plazo, es recomendable cuando se necesita hacer una estimación sobre lo que se obtendría si se decide mejorar los tiempos de un proceso determinado

Referencias

- Abolghasem, S., & Mancilla-Cubides, N. (2022). Optimization of machining parameters for product quality and productivity in turning process of aluminum. *Ingeniería y Universidad*, 26. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ued26.ompp>
- ABREU, J. L., LACERDA, D. P., PIRAN, F. A. S., & ERMEL, A. P. C. (2020, noviembre 4). *Análise da Produtividade e da Eficiência a partir da Teoria das Restrições*. https://doi.org/10.14488/enegep2020_tn_stp_347_1780_40506
- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/4.\(3\).JULIO.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/RECIMUNDO/4.(3).JULIO.2020.163-173)
- Almeida, F., Barbieri, J. P., Montevechi, J. A., Gomes, J. H., & Pinho, A. (2019). A linear programming optimization model applied to the decision-making process of a Brazilian e-commerce company. *Exacta*, 17(3), 149-157. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v17n3.8503>
- Álvarez Silvera, R., & Crespo Vasquez, C. (2019). *EMPRESA DE CARPINTERÍA METÁLICA DESIGN OF AN IMPROVEMENT PLAN TO MINIMIZE DOWNTIME IN THE CHARGING PROCESS OF A METAL CARPENTRY COMPANY*. 15(26), 1909-2458. <https://doi.org/10.18041/19092458/ingeniare.26.6580>
- Arias-Collaguazo, W. M., Castro-Morales, L. G., Maldonado-Gudiño, C. W., & Burbano-García, L. H. (2021). Análisis del modelo de optimización aplicado a la producción agrícola en la Asociación del Gobierno Autónomo Parroquial de Cahuasqui. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2670>
- Baena Paz, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

Ballesteros-Riveros, F. A., Arango-Serna, M. D., Adarme-Jaimes, W., & Zapata-Cortes, J. A. (2019). Storage allocation optimization model in a colombian company*. *DYNA (Colombia)*, 86(209), 255-260. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.77527>

Barbosa, G. B., Andrade, A. H. N. de, Santos, F. dos, & Martins, F. A. (2019). APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM EMPRESA BENEFICIADORA DE BATATAS DO MUNICÍPIO DE ARAXÁ-MG. *Impactos das Tecnologias nas Ciências Sociais Aplicadas* 3, 62-76. <https://doi.org/10.22533/AT.ED.1351927035>

Bautista Cuello, R., Cienfuegos Fructus, R., David, E. J., & Panduro, A. (2020). El desempeño laboral desde una perspectiva teórica. *Revista de Investigación Valor Agregado*, 7(1), 54-60. <https://doi.org/10.17162/RIVA.V7I1.1417>

Borroto-Pentón, Y., Caraza-Morales, M. A., Alfonso-Llanes, A., & Marrero-Delgado, F. (2021). Optimization tools applied to physical asset maintenance management: state of the art. *DYNA (Colombia)*, 88(219), 162-170. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n219.96981>

C., C. I. A. (2000). UN ENFOQUE GERENCIAL DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES. *Estudios Gerenciales*, 53-70. <https://doi.org/10.18046/J.ESTGER>

Carvajal-Hernández, J. D., & Osorio-Muriel, A. F. (2022). A Simulation-Based Optimization Algorithm for the Vendor-Managed Inventory Problem for Blood Platelets^a. *Ingeniería y Universidad*, 26. <https://doi.org/10.11144/javeriana.iued26.sboa>

César-Pena, J., Francisca-Argüelles, L., & Concepción, L. (2019). ARTÍCULO ORIGINAL INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA *Attribute weighting model based on a new inconsistency index*. <http://www.rii.cujae.edu.cu>

- Cevallos, R., Toro, R., & Cedeño, M. M. (2020). Aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en un proceso de fabricación de chocolates. *Journal Business Science* - ISSN: 2737-615X, 1(1).
https://revistas.ulead.edu.ec/index.php/business_science/article/view/25
- Chicaiza Sanchez, O. L. (2022). *PLANIFICACIÓN PROSPECTIVA Y FINANCIERA MEDIANTE EL USO DEL ÁBACO DE RÉGNIER Y LA MATRIZ IGO APLICADOS A LA EMPRESA MEGA ADVENTURE PARK RÍO BLANCO, BAÑOS-ECUADOR PROSPECTIVE AND FINANCIAL PLANNING THROUGH THE USE OF THE RÉGNIER'S ABACUS AND THE IGO MATRIX APPLIED TO THE COMPANY MEGA ADVENTURE PARK RÍO BLANCO, BAÑOS-ECUADOR* (Número 108).
https://tambara.org/wp-content/uploads/2022/12/3.-Prospectiva_Mega_Adventures_Chicaiza.pdf
- David, J., Karolina, V., & Junior, Á. (s. f.). *La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles.*
www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2964
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición.*
<https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
<https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2021.04.070>
- Durán-Pérez, F. B., & Lara-Abad, G. E. (2021). *Aplicación del coeficiente de confiabilidad de Kuder Richardson en una escala para la revisión y prevención de los efectos de las rutinas formadas durante el periodo de confinamiento a partir de la identificación del seguimiento de medidas de seguridad,* d.

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/atotonilco/issue/archiv>
e

EMR. (2022). *Mercado de Atún en América Latina, Tamaño, Cuota, 2023-2028*. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-atun-en-america-latina>

Enrique Soto-Chávez, L. I., William Ugalde-Vicuña III, J., & Holger Zambrano-Silva, D. I. (2021a). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento*, 6(11), 398-411. <https://doi.org/10.23857/PC.V6I11.3277>

Enrique Soto-Chávez, L. I., William Ugalde-Vicuña III, J., & Holger Zambrano-Silva, D. I. (2021b). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento*, 6(11), 398-411. <https://doi.org/10.23857/PC.V6I11.3277>

Escalante Torres, O. E., & Escalante Torres, O. E. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data*, 24(1), 219-242. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>

Espín-Guerrero, R., Toalombo-Rojas, B., Moyolema-Chaglla, Á., & Altamirano-Salazar, A. (2022). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmeccánica. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 5(2), 33-57. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.03>

Figueredo, A. L. F., Aguilar, R. F. L., & Roselló, M. M. M. (2019). Procedimiento para el procesamiento de información científica en la DPI de la carrera Ingeniería Forestal. *Biblios Journal of Librarianship and Information Science*, 0(75), 46-61. <https://doi.org/10.5195/biblios.2019.473>

Fleites Avila, Y., Martí Marcelo, C. A., Albernas Carvajal, Y., Miño Valdés, J. E., & González Suárez, E. (2020). EXPERIENCIAS DE LAS APLICACIONES DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS QUÍMICOS EN CUBA. *Centro Azúcar*, 47, 90-102.

- Franco, C., Guzmán Cortés, D., & Figueroa García, J. C. (2020). Mathematical Model for Centralized Supply Chains with Decisions Involving Shared Resources. *Ingeniería*, 25(3), 323-333. <https://doi.org/10.14483/23448393.16921>
- Franco-Bermúdez, J. F., & Ruiz-Castañeda, W. L. (2019). Análisis de redes sociales para un sistema de innovación generado a partir de un modelo de simulación basado en agentes. *TecnoLógicas*, 22(44). <https://doi.org/10.22430/22565337.1183>
- Gabriela Villagómez, I., Viteri, I. J., Medina, A., & Sistema, N. (2012). *Teoría de restricciones para procesos de manufactura Palabras c lave*. <https://www.redalyc.org/pdf/5722/572260835003.pdf>
- García Dueñas, R. Y., Soler Marchán, S. D., Castellanos González, M. E., & Morales Calatayud, M. (2022). Contribuciones desde la gestión del conocimiento tradicional a la implementación de la agenda 2030. Estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, 14, 138-155.
- Gassen, G., Deonísio Graciolli, O., Dagnino Chiwiacowsky, L., & Mesquita, A. (2019). *PROPOSTA DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA OTIMIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO DE PRODUÇÃO DE BROCAS PARA EMPRESA MULTINACIONAL PROPOSAL OF A LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR OPTIMIZATION OF THE AGGREGATE PRODUCTION PLANNING FOR MULTINATIONAL COMPANY OF DRILLS*.
- Gassen, G., Graciolli, O. D., Chiwiacowsky, L. D., & Mesquita, A. (2019). Proposta de um modelo de programação linear para otimização do planejamento agregado de produção de brocas para empresa multinacional. *Revista Produção Online*, 19(1), 21-43. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i1.3013>
- George Reyes, C. E. (2019). Methodological strategy to develop the state of the art as a product of educative research. *Praxis Educativa*, 23(3), 1-14. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2019-230307>

- Gonzales, M. (s. f.). *Modelo matemático para la programación de la producción en compañías fabricantes de alambres y cables para la construcción Mathematical model for the production scheduling in manufacturers of wire and cable for building*. 41(24), 2020. <https://www.revistaespacios.com>
- Guerrero Alcívar, Y., Montenegro Palma, L. H., Aray Andrade, C. A., & Guillen Garcia, J. G. (2023). Modelo para la optimización de la captura de atún en Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(2), 404-414. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/603>
- Guevara, H. S. (2021). Plan de producción farmacéutica de soluciones parentales con programación lineal. *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*, 10, 187-210. <https://doi.org/10.32719/25506641.2021.10.9>
- He, X., Zhang, Y., Hong, M., & Li, J. (2022). Optimization Model of Raw Material Selection Process for Complex Industry Based on Improved Sequential Quadratic Programming Algorithm. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 15(1). <https://doi.org/10.1007/s44196-022-00166-6>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & del Pilar Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación, 5ta Ed.* www.FreeLibros.com
- Hernandez-Mendoza, S. L., & Duana-Avila, D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. 9. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- Herrera-vidal, G., Campo-juvinao, J., Bernal-hernandez, J., & Tilves-martinez, R. (2018). *Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación-Un caso de estudio Theory of constraints model with optimization and simulation considerations-A case study*. 39, 3.
- Herrera-vidal, G., Campo-juvinao, J., Bernal-hernandez, J., & Tilves-martinez, R. (2019). *Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de*

optimización y simulación-Un caso de estudio Theory of constraints model with optimization and simulation considerations-A case study. 39, 3. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p10.pdf>

Iván Aguilera, C. C. (s. f.). *UN ENFOQUE GERENCIAL DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES.*

Katerine, L., Gagñay, I., Lorena, S., Chicaiza, T., & Aguirre, J. L. (2019). *Ética en la investigación científica Ethics in scientific research.* <http://revista-imaginariosocial.com/index.php/es/>

Lacctas-Espinoza, S. J., Quezada-Albino, N., Espejo-Peña, D. A., & Rondon-Jara, E. (2016). *Metodologías de mejora continua en empresas del sector manufacturero: Una revisión sistemática de la literatura 2016-2021.* https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/papers/Contribution_144_a.pdf

Lanna, P. P., Siqueira, A. M. de O., & Costa Campos, J. C. (2021). Modelado matemático y simulación numérica de una planta desaladora - MSF. *Revista ION*, 34(2). <https://doi.org/10.18273/revion.v34n2-2021007>

Leyda, N., & Salcedo, Z. (s. f.). *Información del artículo.* Recuperado 12 de septiembre de 2023, de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/4173/1/ULEAM-POSG-G.CA.SEG.ALIM-0039.pdf>

Linnenluecke, M. K., Marrone, M., & Singh, A. K. (2020). Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses. *Australian Journal of Management*, 45(2), 175-194. https://doi.org/10.1177/0312896219877678/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0312896219877678-FIG7.JPEG

Lisbeth, L., & González, J. (2020). IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA EN LA ACTUALIDAD. *Convergence Tech*, 4(1), 59-68. <https://doi.org/10.53592/CONVTECH.V4IIV.35>

Machado, A. A., Zayatz, J. C., Da Silva, M. M., Melluzzi Neto, G., Leal, G. C. L., & Palma Lima, R. H. (2020). Aluminum bar cutting optimization for door

and window manufacturing. *DYNA*, 87(212), 155-162.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.82636>

Marcial, P. E. M., & Méndez, M. M. S. (2022). Optimización de procesos de producción en medianas empresas del sector textil. *RECIAMUC*, 6(1), 226-234. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.\(1\).ENERO.2022.226-234](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.(1).ENERO.2022.226-234)

Marín, W., Valentina, E., & Gutiérrez, G. (s. f.). *DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA SINCRONIZAR LAS OPERACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A THEORY OF CONSTRAINTS MODEL TO SYNCHRONIZE THE SUPPLY CHAIN OPERATIONS WITH PRODUCTION CONSTRAINTS*. Recuperado 12 de septiembre de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149228694006.pdf>

Mawgoud, A. A., Taha, M. H. N., & Khalifa, N. E. (2023). A Linear Programming Methodology to Optimize Decision-Making for Ready-Mixed Cement Products: a Case Study on Egypt's New Administrative Capital. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 7(1), 177-190. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00282-y>

Ministerio de producción. (2020). «*MEJORA EN LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR ACUÍCOLA Y PESQUERO*».

Ministerio del comercio Exterior. (2019). *INFORME SOBRE EL SECTOR ATUNERO ECUATORIANO*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector-atunero.pdf>

Montoya, O. D., Molina-Cabrera, A., & Gil-González, W. (2022). A Possible Classification for Metaheuristic Optimization Algorithms in Engineering and Science. *Ingeniería*, 27(3), e19815. <https://doi.org/10.14483/23448393.19815>

- Muñoz Choque, A. M. (2021). ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. *Revista Enfoques*, 5(17), 40-54. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i17.104>
- Muyulema-Allaica, J. C., Usca-Veloz, R. B., Gavidia-García, J. L., Pucha-Medina, P. M., Muyulema-Allaica, J. C., Usca-Veloz, R. B., Gavidia-García, J. L., & Pucha-Medina, P. M. (2021). Enseñanza virtual de la investigación de operaciones durante la COVID-19. Un análisis desde la práctica docente universitaria. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(19), 677-694. <https://doi.org/10.33996/REVISTAHORIZONTES.V5I19.229>
- Neves, I. C. B., Barbosa, I. C., Araújo, M. P. de, & Azevedo, A. A. de. (2020). Aplicação da teoria das restrições em uma indústria de laticínios: um estudo de caso. *Revista Produção Online*, 20(2), 656-683. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v20i2.3664>
- Oliveira, O. J. de, Silva, F. F. da, Juliani, F., Barbosa, L. C. F. M., Nunhes, T. V., Oliveira, O. J. de, Silva, F. F. da, Juliani, F., Barbosa, L. C. F. M., & Nunhes, T. V. (2019). Bibliometric Method for Mapping the State-of-the-Art and Identifying Research Gaps and Trends in Literature: An Essential Instrument to Support the Development of Scientific Projects. *Scientometrics Recent Advances*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.85856>
- Ortiz Naranjo, E. J., & Zúñiga Valle, A. X. (2022). Distribución de planta y sus factores: Incidencia en el mejoramiento de la productividad. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, 7(1). <https://doi.org/10.33936/riemat.v7i1.4840>
- Parra, D. B., Murrieta Domínguez, F., & Cortes Herrera, C. A. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias (Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy)*. <https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>

- Parral, A. V. R., & Pérez, J. F. L. (2020). Optimization model for production scheduling requirements applied on heavy truck assembly lines. *Computacion y Sistemas*, 24(3). <https://doi.org/10.13053/CYS-24-3-3152>
- Pegoraro, F., Da Silva, S., Gomes, S. T. M., Borges, J. C. M., De Sousa, S. F., De Melo, M. P., Rank, R. C. I. C., & Poletto, K. Q. (2023). Aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da teoria das restrições em uma indústria de cal. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(2), 2576-2592. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i2.1731>
- Piedra Rivas, M. C., Banegas Campoverde, C. M., & Castillo Ortega, Y. (2021). Modelo de optimización de la cadena de distribución de la agricultura familiar campesina en las parroquias Quingeo y Santa Ana del Cantón Cuenca. *ConcienciaDigital*, 4(2). <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1630>
- Ramírez Cortés, V., Vázquez Alamilla, M. Á., & Ruiz Reynoso, A. M. (2022). El método simplex como herramienta en la optimización de recursos de una empresa agroindustrial. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(34), e210980. <https://doi.org/10.46652/rgn.v7i34.980>
- Ramos-Galarza, C. A. (2020). Los Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6. <https://doi.org/10.33210/CA.V9I3.336>
- Rodríguez, D. R., Acosta, R. A., Obregón, S. P., Altamiranda, Á. S., & Daza-Escorcia, J. M. (2016). Medición del efecto látigo en redes de suministro. *Ingeniare*, 12(20), 13-32. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/INGENIARE.20.406>
- Roma. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. En *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Romero Rojas, J. D., Ortiz Triana, V. K., & Caicedo-Rolón, A. J. (2019). La teoría de restricciones y la optimización como herramientas gerenciales para la programación de la producción. Una aplicación en la industria de

muebles.

<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2964>,
27(1(2019)), 74-90. <https://doi.org/10.1/JQUERY.MIN.JS>

Samouei, P., & Ashayeri, J. (2019). Developing optimization & robust models for a mixed-model assembly line balancing problem with semi-automated operations. *Applied Mathematical Modelling*, 72, 259-275. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2019.02.019>

Silva, A. B. da, Pereira, J. A. R., & Almeida, A. C. P. (2023). Desenvolver modelo matemático para otimização de sistema de bombeamento de água. *Research, Society and Development*, 12(8), e3512842839. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i8.42839>

Souza Carmo, C. R. (2020). MODELO MATEMÁTICO DE OTIMIZAÇÃO PARA A SELEÇÃO DE AGENTES INDUTORES DE MATURAÇÃO APLICADOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR. *Nucleus*, 17(2), 257-277. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.3839>

Suárez Vásquez, K., Rosa, J. La, & Ramos, Z. (2022). El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Qantu Yachay*, 2(1), 63-79. <https://doi.org/10.54942/QANTUYACHAY.V2I1.21>

Tintaya-Condori, D. A., De la Cruz-Díaz, F. M., Rivera-Bonifacio, M. A., Villagómez-Chirinos, F. J., & Fernandez-Bedoya, V. H. (2022). Exportación de conservas de pescado: revisión sistemática de la literatura científica (2001-2021). *Gaceta Científica*, 8(2), 71-83. <https://doi.org/10.46794/gacien.8.2.1446>

Vazquez, J. O. H., Gonzalez, S. H., Vazquez, J. I. H., Fernandez, V. F., & de la Fuente, C. I. C. (2022). Buffer allocation problem in a shoe manufacturing line: A metamodeling approach. *Revista Facultad de Ingeniería*, 103, 175-185. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20210735>

Veliz, R. R. P., & Enríquez, R. P. C. (2021). La teoría de restricciones integrada en los sistemas ERP y la toma de decisiones gerenciales. *Journal*

Business Science - ISSN: 2737-615X, 2(1), 95-111.
https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business_science/article/view/81/141

Vinicio MORA Sánchez, N., Marcos PUPO Francisco, J., Felipe NOVILLO Maldonado, E., & Orlando ESPINOSA Galarza, M. (s. f.). *HOME Revista ESPACIOS! Aplicación de la Teoría de Restricciones en la actividad camaronera de ANDAMAR S.A. (Ecuador): Estrategias para el mejoramiento continuo Application of the Theory of Restrictions in the shrimp activity of ANDAMAR S.A.: Strategies for continuous improvement.* 39.

Zambrano-Alcívar, J. I., & Zambrano-Castro, L. C. (2020). Análisis de la industria atunera: Clúster, cadena de valor productiva y productividad. *593 Digital Publisher CEIT, ISSN-e 2588-0705, Vol. 5, Nº. 5-1, 2020 (Ejemplar dedicado a: Administration), págs. 263-271, 5(5), 263-271.*
<https://doi.org/10.33386/593dp.2020.5-1.358>

Zare, H., Saraji, M. K., Tavana, M., Streimikiene, D., & Cavallaro, F. (2021). An integrated fuzzy goal programming—theory of constraints model for production planning and optimization. *Sustainability (Switzerland), 13(22).*
<https://doi.org/10.3390/SU132212728>

Zhang, L., Zhao, X., Ke, Q., Dong, W., & Zhong, Y. (2021). Disassembly Line Balancing Optimization Method for High Efficiency and Low Carbon Emission. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology, 8(1), 233-247.*
<https://doi.org/10.1007/s40684-019-00140-2>

Zhu, S., van Jaarsveld, W., & Dekker, R. (2022). Critical project planning and spare parts inventory management in shutdown maintenance. *Reliability Engineering & System Safety, 219, 108197.*
<https://doi.org/10.1016/J.RESS.2021.108197>

ANEXOS

Anexo 1: Preguntas de la encuesta realizada a los colaboradores



UPSE
UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL		
CENSO DIRIGIDO A LOS COLABORADORES DE LA EMPRESA MARINA TRADING S.A.		
Autor: Bernabé Villón Oswaldo José		Fecha:
Objetivo: Determinar la situación actual de la empresa, mediante la opinión de los empleados, con la finalidad de analizar las posibles restricciones que generan falencia en el sistema de producción		N°.
Nota: La información proporcionada registrada en este censo será de manera anónima, por lo que te invitamos a contestar con total sinceridad, los resultados obtenidos serán empleados en fines académicos		
Instrucciones: <ul style="list-style-type: none"> • Lea atentamente las preguntas, antes de contestar • Marque con una “X” la respuesta de su preferencia 		
CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
1.- ¿La empresa cuenta con procesos eficiente y claro para la planificación de la producción?		
2.- ¿Observa usted que existen para en el proceso productivo?		
3.-¿La teoría de restricciones ayudara a mejorar el sistema de producción		
4.- ¿Conoce usted la mejora continua?		
5.- ¿Usted toma en consideración la duración de cada proceso productivo?		
6.- ¿Usted cree que se podrá aumentar los niveles de producción?		
7.- ¿El modelo de optimización hará más eficiente el sistema de producción		
8.- ¿Usted identifica los factores que perjudican los niveles de producción?		
9.- Existen controles en el proceso de productivo?		
10.- ¿La empresa entrega sus productos a tiempo?		

Nota: Elaboración propia



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD: CIENCIAS DE INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Guía de entrevista

Autor: Bernabé Villón Oswaldo José

Objetivo: Extraer información real del proceso productivo y de las áreas involucradas, para el desarrollo del capítulo II del trabajo de tesis.

Preguntas:

1.- ¿Cuántas cajas de sardina producen diariamente, cuando NO hay paradas de máquinas?

.....

2.- ¿Cuántas cajas de sardina producen diariamente, cuando hay paradas de máquinas?

.....

3.- ¿Cuáles son las maquinas que con frecuencia se paralizan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.- ¿Cómo controlan las horas improductivas?

.....

.....

.....

.....

Nota: Elaboración propia

- 5.- ¿Cuál es el valor aproximado de los costos de inversión en la materia prima?
- A. \$10.000 - \$100.000
 - B. \$100.000 - \$200.000
 - C. \$200.000 - \$400.000
 - D. \$400.000 - \$800.000
- 6.- ¿Cuál es el valor aproximado de los costos de mano de obra directa?
- A. \$10.000 - \$100.000
 - B. \$100.000 - \$200.000
 - C. \$200.000 - \$400.000
 - D. \$400.000 - \$800.000
- 7.- ¿Cuál es el valor aproximado de los costos de mano de obra indirecta?
- A. \$10.000 - \$100.000
 - B. \$100.000 - \$200.000
 - C. \$200.000 - \$400.000
 - D. \$400.000 - \$800.000
- 8.- ¿Cuál es el valor aproximado de los costos de producción del producto terminado?
- A. \$10.000 - \$100.000
 - B. \$100.000 - \$200.000
 - C. \$200.000 - \$400.000
 - D. \$400.000 - \$800.000
- 9.- ¿Cuál de las siguientes opciones afecta el rendimiento del sistema de producción?
- A. Falla de maquinarias
 - B. Falta de materiales
 - C. Mala distribución de las áreas de trabajo
 - D. Falta de organización
- 10.- ¿De las siguientes opciones, que proceso considera usted que consume mas tiempo?
- A. Recepción de materia prima
 - B. Preparación de materia prima
 - C. Llenado de envase (manual)
 - D. Precocido
 - E. Drenado
 - F. Dosificación
 - G. Sellado
 - H. Lavado de envase

Anexo 4: Guía de entrevista

- I. Llenado de coche
- J. Esterilización
- K. Enfriamiento
- L. Etiquetado y encartonado

11.- ¿Cuál es el tiempo empleado en cada proceso para un lote de producción?

- A. Recepción de materia prima
- B. Preparación de materia prima
- C. Llenado de envase (manual)
- D. Precocido
- E. Drenado
- F. Dosificación
- G. Sellado
- H. Lavado de envase
- I. Llenado de coche
- J. Esterilización
- K. Enfriamiento
- L. Etiquetado y encartonado

12.- ¿Cuál de los siguientes equipos es el más crítico?

- A. Cocinado
- B. Desaguador
- C. Dosificadora
- D. Selladora
- E. Lavadora de envase
- F. Autoclave
- G. Enfriador
- H. Etiquetadora

Nota: Elaboración propia

Anexo 6 Ejecución de la Encuesta



Nota Propiedad del autor

Anexo 5 Ejecución de la Encuesta

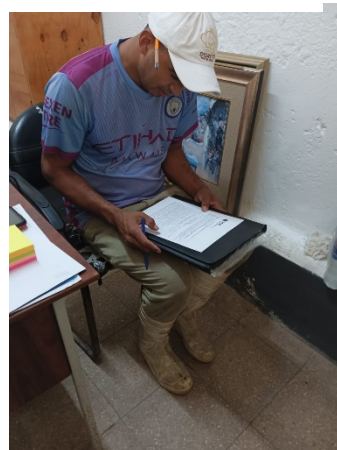


Nota Propiedad del autor

Anexo 7 Ejecución de la Encuesta



Anexo 8 Ejecución de la Encuesta

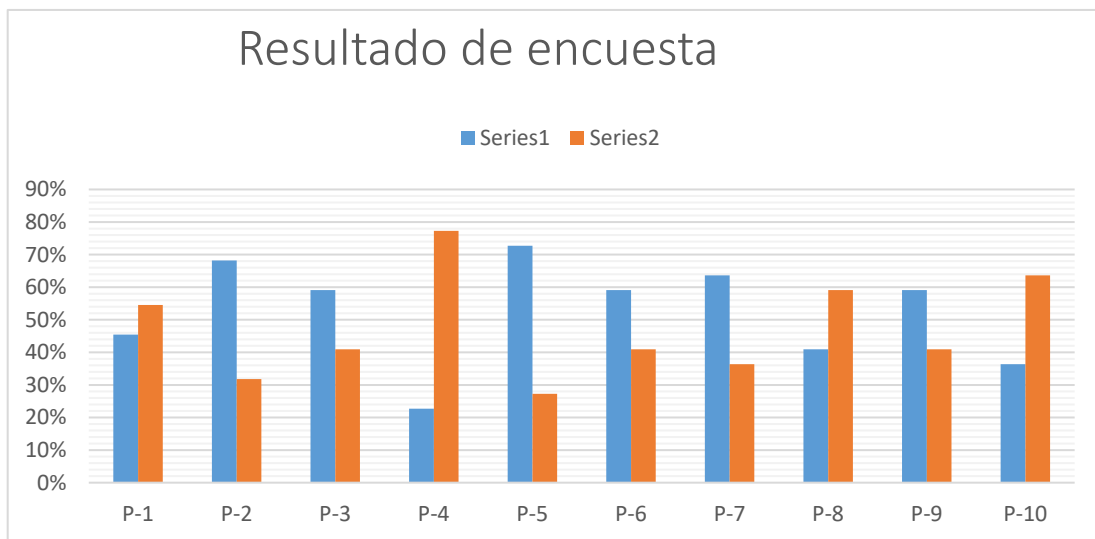


Anexo 10: Validación de las preguntas por Experto

Muy importante	01 Ing. Franklin Reyes	02 Ing. Geovanny Cres	03 Ing. Carlos Pulla	04 Ing. Gustavo de la F	05 Ing. Luis Ventura	06 Ing. Maira Villon Ya	07 Ing. Guido Tacuri	08 Ing. Rigoberto Cont	09 Ing. Christian Flore
Importante									
Duda									
Poco importante									
Sin importancia									
Sin Respuesta									
01 1.- ¿La empresa cuenta con procesos eficiente y claro para la planificaion de la produccion ?									
02 2.- ¿ Observa usted que existen para en el proceso productivo?									
03 3.- ¿ La teoria de restricciones ayudara a mejorar el sistema de produccion									
04 4.- ¿Conoce usted la mejora continua ?									
05 5.-¿Usted toma en consideracion la duracion de cada proceso productivo?									
06 6.-¿Usted cree que se podra aumentar los niveles de produccion ?									
07 7.-¿El modelo de optimizacion hara mas eficiente el sistema de produccion									
08 8.- ¿Usted identifica los factores que perjudican los niveles de produccion?									
09 9.- Existen controles en el proceso de productivo?									
10 10.-¿La empresa entrega sus productos a tiempo?									

Nota Propiedad del autor

Anexo 9: Resultados de encuesta por diagrama de barras



Nota Propiedad del autor

Anexo 11: Cálculos del KR-20

Individuos	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2
4	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	6
5	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
6	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	6
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
8	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	8
9	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	8
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	9
11	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	6
12	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	3
13	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	9
15	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	8
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
17	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	8
18	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	4
19	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	6
20	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
21	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	8
22	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	3
Total	10	15	13	5	16	13	14	9	13	8	
p	0,5	0,7	0,6	0,2	0,7	0,6	0,6	0,4	0,59	0,36	
q	0,5	0,3	0,4	0,8	0,3	0,4	0,4	0,6	0,41	0,64	
p*q	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,24	0,23	
$\sum_{p \cdot q}$	2,3										
σ^2	11										
k	10										

1 Si
2 No

1,11
0,79
KR=20 0,872

Nota Propiedad del autor