



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

**“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN
LA LIBERTAD”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

JOSE DAVID RIVERA GARCIA

TUTOR:

ING. MARCO VINICIO BERMEO GARCÍA, MSc.

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE
RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

RIVERA GARCÍA JOSÉ DAVID

TUTOR:

ING. MARCO VINICIO BERMEO GARCÍA, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

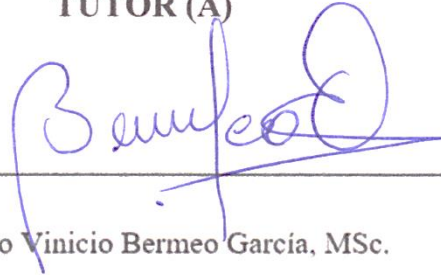
UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Rivera García José David, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniería Industrial.

TUTOR (A)

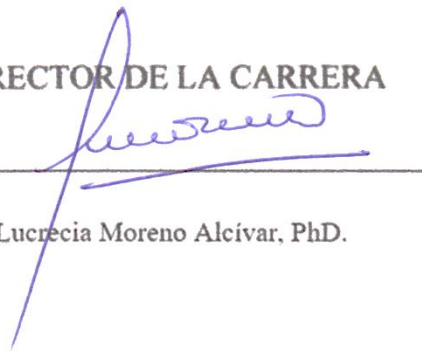
f.



Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.



Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.

La Libertad, 6 de noviembre del 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD” elaborado por el estudiante RIVERA GARCÍA JOSÉ DAVID, 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/s Industrial/les, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

La Libertad, 6 de noviembre del 2024

TUTOR (A)

f. _____

Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rivera García José David


DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD” previo a la obtención del título de Ingeniería 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 nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, 6 de noviembre del 2024

AUTOR:

f. 

Rivera García José David

AUTORIZACIÓN

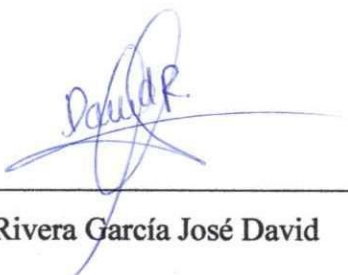
Yo, Rivera García José David

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, 6 de noviembre del 2024

AUTOR:

f.



Rivera García José David

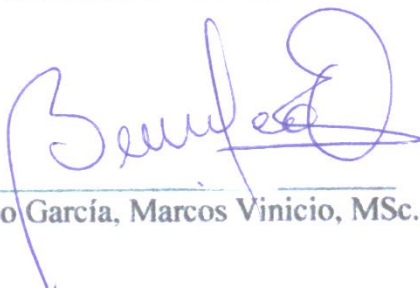
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO


En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD” elaborado por el Sr. RIVERA GARCÍA JOSÉ DÁVID, 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 anti plagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 3% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Ing. Bermeo García, Marcos Vinicio, MSc.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS_PLAGIO_DAVID_11_12_2024

3%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

0% Idiomas no reconocidos

3% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS_PLAGIO_DAVID_11_12_2024.docx	Depositante: MARCO VINICIO BERMEO GARCIA	Número de palabras: 15.259
ID del documento: b15a52b198f404d2c7861cf43a0b9de4e08563e0	Fecha de depósito: 11/12/2024	Número de caracteres: 95.916
Tamaño del documento original: 1,32 MB	Tipo de carga: interface	
Autores: []	fecha de fin de análisis: 11/12/2024	

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 estrategias-ic.netlify.app https://estrategias-ic.netlify.app/readings/cap7Hernandezetal2014.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
2	 Documento de otro usuario #b05427 El documento proviene de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 www.linkedin.com Teoría de restricciones una Best Practice que cambió la optimiz... https://www.linkedin.com/pulse/teoria-de-restricciones-una-best-practice-que-cambió-optimiz...	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	 Documento de otro usuario #db82a9 El documento proviene de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	 www.doi.org https://www.doi.org/10.4067/50718-07642012000100006	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICADO

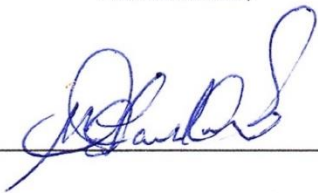
MARÍA DANIELA GARCÍA GARCÍA, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Informática, Coordinadora de Programas de Maestrías de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, certifico que:

He leído, revisado y corregido la redacción en la concordancia, la morfología, la sintaxis y la ortografía del contenido del Trabajo Curricular **“OPTIMIZACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FHSACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD”**. Elaborado por el Autor RIVERA GARCÍA JOSÉ DAVID, 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 MARÍA DANIELA GARCÍA, Mgtr.

DOCENTE

SENESCYT REGISTRO No. 1006-13-1217526

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi madre por su amor incondicional y su constante apoyo moral. Su fe en mí, especialmente en los momentos más difíciles, ha sido crucial para alcanzar esta meta. También quiero agradecer a mis hermanos por ofrecerme su tiempo, escucharme y apoyarme, el amor tanto como el sacrificio han sido fundamentales en mi camino académico.

Cada uno de los profesionales especializados en el campo de la Ingeniería Industrial, a quienes visité en sus oficinas en sus respectivos lugares de trabajo, me recibieron amablemente y contribuyeron generosamente a este proyecto de tesis.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a cada una de las personas que se mantuvieron pendientes, por su compañía y apoyo durante los momentos estresantes y alegres. Ustedes han sido mi red de apoyo, me ha ayudado a mantener una actitud positiva en los momentos más difíciles. Cada uno de ustedes ha hecho este viaje más llevadero y significativo.

Rivera García José David

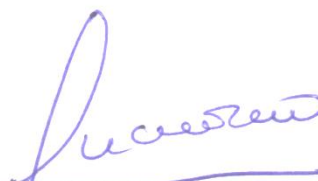
DEDICATORIA

Quiero comenzar honrando a Dios por haberme ayudado en todo el proceso que he llevado a cabo durante estos últimos años, alzando mis manos y poder decir: Ebenezer (“hasta aquí me ha ayudado Dios”), poniendo a las personas adecuadas, como piezas de rompecabezas en mi vida, para llegar a este punto.

Nombrar en especial a mi madre: Mónica García, una madre ejemplar, parte de mi vida; a mis hermanos: José Nahim, Ada Luz, Ana María, ejemplos de lucha y perseverancia; a mis pastores: Félix Villao, Elena García, padres espirituales que me han encaminado y orado para este propósito; a las personas que sin duda han ganado un espacio en mi corazón, las cuales han estado alentándome, aportando con su granito de arena. Este logro no es solo mío, quiero compartirlo con cada una de las personas nombradas en gratitud; que tengan la convicción que todo sacrificio tiene su recompensa.

Rivera García José David

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

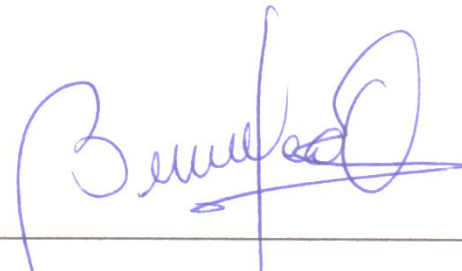
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

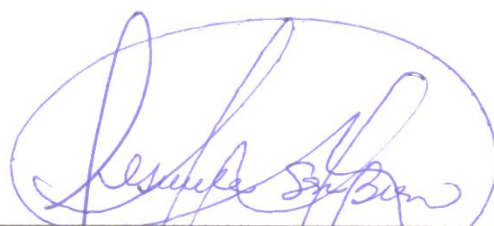
Ing. FRANKLIN REYES SORIANO, MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.

DOCENTE TUTOR

f. 

Dr. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.

DOCENTE GUIA DE LA UIC

ÍNDICE

ÍNDICE	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVIII
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA GENERAL	7
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	8
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	9
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
CAPÍTULO I.....	12
MARCO TEÓRICO	12
1.1. Antecedentes Investigativos	12
1.2.2. Respuesta a las preguntas planteadas.....	18
1.2.2 Variable independiente: Teoría de Restricciones	21
1.2.3 Variable Dependiente: Optimización de la cadena de suministro	22
1.3. Fundamentos Teóricos	23
1.3.1. Teoría de restricciones	23
1.3.2. Medición de desempeño	24
1.3.3. Restricciones	25
1.3.5. Identificación de las Restricciones	26
1.4. Optimización de la Cadena de suministro	27
1.5. Tiempo y su relación con la optimización de procesos	28
CAPÍTULO II	30
MARCO METODOLÓGICO	30
2.1. Enfoque de investigación.....	30

2.2. Diseño de investigación.....	30
2.3. Procedimiento metodológico	31
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
2.5.1 Método de recolección de los datos.....	35
2.5.2 Técnicas de recolección de los datos	35
2.5.3. Instrumento de recolección de datos.....	36
2.6 Variables y Operación	36
2.6.1 Operacionalización de las variables.....	37
2.7. Plan de análisis e interpretación de resultados	39
CAPÍTULO III.....	40
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1. Presentación de Resultado	40
3.1.1. Validación de instrumentos.	40
3.1.2. Resultados de la encuesta aplicada en la línea de producción	41
3.1.3 Análisis de fiabilidad Kuder Richardson (KR20).....	41
3.1.4. Planteamiento de hipótesis	42
3.2 Correlación de las variables.....	43
3.3. Descripción de la empresa.....	43
3.3.1. Organización Estructural	45
3.3.2. Situación actual de la empresa.....	45
3.4. Descripción del sistema de producción	47
3.4.1 Producto	47
3.4.2. Materiales e insumos	48
2.4.2.1. Materia prima.....	48
3.4.2.2. Insumos	48
3.4.3 Proceso de Producción.....	51
3.5. Estudio de tiempos y tiempos promedio de actividades	54
3.5.1. Diagrama Hombre – Maquina	64
3.6. Indicadores Actuales.....	65
3.6.1. Indicadores de producción	65

3.6.2. Indicadores de producción	68
3.6.2.1. Eficiencia física.....	68
3.6.2.2. Eficiencia Económica	68
3.7. Propuesta de mejora	70
3.7.1 Tema	70
3.7.2 Introducción	70
3.7.3. Descripción de la optimización usando la teoría de restricciones	70
3.8. Caso de aplicación: Empresa Fhisachi S.A.	71
3.8.1. Restricciones o Cuello de botella.....	71
3.9. Descripción del caso de aplicación	72
3.9.1 Análisis de información	72
3.9.2. Análisis de la aplicación de la teoría de restricciones	73
3.10. Solución del caso de aplicación	74
3.10.1. Identificar de problemas en el sistema de producción y sus causas	74
3.11. Desarrollo de la propuesta de optimización en la cadena de suministro	77
3.11.1. Procedimiento de Verificación – Control de barras.....	77
3.11.2. Registro	80
3.11.3. Procedimiento de control de parámetros	81
3.12. Tiempo Estándar.....	83
3.12.1. Tiempo promedio de la propuesta	83
3.12.2 Tiempo Normal.....	83
3.13. Cuadro Comparativo de indicadores	85
3.14. Análisis de Aplicación de la Propuesta	87
3.15. Análisis de Costo de Maquinaria Nueva.....	89
3.16. Análisis de Costo – Beneficio de Maquinaria Nueva	91
3.17. Marco de discusión	92
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de las causas de la baja productividad.....	5
Figura 2: Diagrama de Pareto.....	7
Figura 3: RLS con base en triple línea de acción	15
Figura 4: Cantidad de citas por artículo	19
Figura 5: Método más utilizado.....	20
Figura 6: Técnicas empleadas	20
Figura 7: Instrumentos utilizados	21
Figura 8: Pasos de la teoría de restricciones.....	27
Figura 9: Planificación del proceso metodológico	31
Figura 10: Pasos de la teoría de restricciones.....	33
Figura 11: Criterios metodológicos	34
Figura 12: Plan de recolección de datos	35
Figura 13: Logo de la empresa	43
Figura 14: Descripción del proceso de producción de la empresa	44
Figura 15: Estructura organizacional Fhisachi S.A.	45
Figura 16: Flujo de la empresa Fhisachi S.A.....	46
Figura 17: Ficha técnica.....	47
Figura 18: Reblase de agua de cisterna	52
Figura 19: Llenado de moldes	52
Figura 20: Baño María.....	53
Figura 21: Despacho.....	54
Figura 22: Diagrama de Operación de procesos.....	57
Figura 23: Diagrama de Análisis de Operación	59
Figura 24: Diagrama de flujo de la operación de congelamiento.....	60
Figura 25: Diagrama de flujo de la operación de verificación.....	61
Figura 26: Diagrama de flujo del término de congelamiento.....	62
Figura 27: Diagrama Hombre - Maquina	64
Figura 28: Diagrama de flujo de control de barras.....	78
Figura 29: Diagrama de flujo de la Operación de verificación	79
Figura 30: Diagrama de flujo de la Operación de termino de congelamiento.....	79
Figura 31: Diagrama de flujo de operaciones.....	80
Figura 32: Diagrama de flujo de control de parámetro	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempos de producción por procesos	7
Tabla 2: Artículos para la RSL	16
Tabla 3: Medición de desempeño	25
Tabla 4: <i>Distribución del personal de producción</i>	33
Tabla 5: Operacionalización de variable independiente	37
Tabla 6: Operacionalización de variable dependiente	38
Tabla 7: Plan de análisis e interpretación de resultados	39
Tabla 8 Resultado de la encuesta realizada a los colaboradores.....	41
Tabla 9 Intervalos KR-20	42
Tabla 10 <i>Verificación de hipótesis</i>	43
Tabla 11: <i>Tiempo para llenado d tanque dispensador y llenado de moldes</i>	48
Tabla 12 Costo de materia durante el periodo 2024	49
Tabla 13 Herramientas utilizadas en la etapa de congelamiento	50
Tabla 14: Maquinaria de la empresa Fhisachi S.A.	51
Tabla 15: Cálculo de los ciclos observados para cada etapa	54
Tabla 16: Resumen de tiempos	55
Tabla 17: Tiempo de ciclos observados (min).....	56
Tabla 18: Resumen de Diagrama de operación de procesos	58
Tabla 19: Resumen del Diagrama de Análisis de Operación	58
Tabla 20: Interrogante del proceso de congelamiento	60
Tabla 21 Interrogante del proceso de verificación.....	61
Tabla 22: Interrogante de la operación de termino de congelamiento.....	62
Tabla 23: Resumen de N.V.A.....	63
Tabla 24: Costo de desperdicio por materia prima	65
Tabla 25: Análisis del proceso de producción de hielo	65
Tabla 26: Producción real	66
Tabla 27: Productividad.....	67
Tabla 28: Eficiencia física	68
Tabla 29: Eficiencia Económica	69
Tabla 30: Pérdidas económicas totales	73
Tabla 31: Problemas - Causas.....	74

Tabla 32: Desnivel de agua en los moldes.....	75
Tabla 33: Temperatura de las pozas de enfriamiento	75
Tabla 34: Numero de fallas.....	76
Tabla 35: Fallas del compresor	76
Tabla 36: Registro en la poza productora	80
Tabla 37: Registro en la poza selladora	81
Tabla 38: Nuevo tiempo promedio	83
Tabla 39: Tiempo Normal.....	84
Tabla 40: Tiempo Estándar.....	85
Tabla 41: Cuadro Comparativo de Indicadores	86
Tabla 42: Resumen del nuevo DAP.....	87
Tabla 43: Costos para el control de barras de hielo	87
Tabla 44: Costos anuales de mantenimiento.....	88
Tabla 45: Gastos Generales de reparaciones	88
Tabla 46: Características del Equipo ABI300	89
Tabla 47: Presupuesto de aplicación de la Propuesta	89
Tabla 48: Flujo de caja.....	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1; Mangueras proceso de congelado	101
Anexo 2: Pozas proceso de llenado	101
Anexo 3: Teclé mecánico	102
Anexo 4: Compresor	102
Anexo 5: Resultado de la encuesta	103
Anexo 6: Cálculos de KR-20	103
Anexo 7: Cuestionario transcrito en IBM SPSS Statistics 25	104
Anexo 8: Correlación de Pearson en IBM SPSS Statistics 25.....	104
Anexo 9: Instrumento Cuestionario para la recolección de datos.....	105
Anexo 10: Validación de instrumento por Experto 1	108
Anexo 11: Validación de instrumento por Experto 2	109
Anexo 12: Validación de instrumento por Experto 3	110
Anexo 13: Validación de instrumento por Experto 4	111
Anexo 14: Solicitud para recolección de datos.....	112
Anexo 15: Carta de aprobación de recolección de datos	113
Anexo 16: Matriz de consistencia.....	114
Anexo 17: Fotografías de Equipos nuevos para confección de marquetas de hielo.....	115

“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA EMPRESA FISACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD”

Autor: José David Rivera García

Tutor: Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.

RESUMEN

Fhisachi S.A, es una empresa dedicada a la fabricación, producción y venta de hielo triturado o en marqueta a mayoristas, minoristas y distribuidores en la provincia de Santa Elena, satisfaciendo las necesidades de los clientes a nivel industrial. A lo largo de los años, la empresa ha experimentado reto de llegar a ser una industria rentable, la Teoría de las Restricciones (TOC) utiliza un proceso de 5 pasos para analizar los factores que causan los cuellos de botella. Fhisachi S.A. ha habitado recientemente interrupciones en su proceso, ya que no puede cumplir con su cronograma diario ni entregar la producción a tiempo debido a diversas limitaciones en la línea de producción, la optimización es beneficiosa para hacer estimaciones sobre la mejora de procesos, ya que permite realizar proyecciones tanto a corto como a largo plazo.

El gerente de la organización autorizó el uso de optimización para llevar a cabo un estudio en la línea de producción con el objetivo de promover la educación superior entre los universitarios y convertirlos en una fuerza motriz para cambiar positivamente el rumbo industrial del país. En el mejorado proceso de producción de hielo se tiene el cuello de botella en la misma etapa que es el congelamiento, el cual se redujo en un 18,3%, equivalente a 4,4 horas, es decir que se puede congelar en un menor tiempo, tomando en cuenta el control de los parámetros para llegar al congelamiento óptimo en el tiempo de 19,6h. Esto me permite obtener una mejor utilización de la fábrica, la cual después de la mejora será en un 79% en comparación con la actual que es de 41%, teniendo un aumento de 92,6%, es decir que se está aprovechando más la capacidad de la empresa.

Palabras claves: Cadena de suministro, Teoría de Restricciones, Optimización, Reducción.

"OPTIMIZATION OF THE SUPPLY CHAIN USING THE THEORY OF CONSTRAINTS FOR THE COMPANY FISACHI S.A., CANTON OF LA LIBERTAD"

Autor: José David Rivera García

Tutor: Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.

ABSTRACT

Fhisachi S.A, is a company dedicated to the manufacture, production and sale of crushed or bagged ice to wholesalers, retailers and distributors in the province of Santa Elena, satisfying the needs of customers at an industrial level. Over the years, the company has experienced the challenge of becoming a profitable industry, the Theory of Constraints (TOC) uses a 5-step process to analyze the factors that cause the bottlenecks. Fhisachi S.A. has recently experienced interruptions in its process, as it cannot meet its daily schedule or deliver production on time due to various limitations on the production line, optimization is beneficial for making estimates on process improvement, as it allows for both short- and long-term projections.

The manager of the organization authorized the use of optimization to carry out a study on the production line with the aim of promoting higher education among university students and turning them into a driving force to positively change the industrial direction of the country. In the improved ice production process, the bottleneck is at the same stage, which is freezing, which was reduced by 18.3%, equivalent to 4.4 hours, meaning that it can be frozen in less time, taking into account the control of the parameters to reach the optimal freezing time in 19.6 hours. This allows me to obtain a better utilization of the factory, which after the improvement will be 79% compared to the current 41%, having an increase of 92.6%, meaning that the company's capacity is being used more.

Palabras claves: Supply chain, Theory of Constraints, Optimization, Reduction.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el papel que desempeñan las empresas u organizaciones en mercados caracterizados por una alta probabilidad de cambios o una considerable variabilidad depende en gran medida de la selección de sus equipos, herramientas acompañas de métodos óptimos de producción, de clima de trabajo, distribución adecuada de las áreas de trabajo y de una metodología acordes a las exigencias del mercado, que permitan realizar mejoras continuas. Esta elección tiene como objetivo facilitar un incremento en su productividad y preservar su competitividad en el mercado.

El ámbito empresarial ha sido impactado por múltiples herramientas generales como la Teoría de Restricciones (TOC), el sistema Justo a Tiempo (JIT) y los costos por procesos, entre otras. Estos modelos facilitan la toma de decisiones, lo que permite a las organizaciones cumplir con sus metas y objetivos programados para un determinado periodo de tiempo el cual es evaluado de manera periódica para mantener un enfoque constante en la eficiencia, eficacia y efectividad de sus actividades, mientras operan con un alto nivel de productividad. (Mabin, 2022)

La aplicación de la Teoría de Restricciones para DHZ Silva, (2021), constituye, una herramienta de mejora que se basa en un enfoque sistemático; esta metodología ayuda a las empresas a optimizar sus utilidades, incrementar ventas, elevar la calidad, mejorar el servicio al cliente y alcanzar una disminución en costos. Además, permite una reducción en el tiempo de entrega, mejora en el rendimiento productivo, y una disminución en los niveles de inventario.

Ecuador, país en vías de desarrollo, experimenta un proceso de fortalecimiento en sus industrias manufactureras, incluyendo sectores como el alimentario, textil, petrolero, minero y pesquero, entre otros. Por esta razón, los gestores o gerentes de las organizaciones buscan la implementación de herramientas que faciliten la toma de decisiones adecuadas, con el objetivo de mejorar los niveles de productividad y fomentar un crecimiento empresarial que genere beneficios, mantenga a la empresa en constante competitividad ante la competencia y así promover un desarrollo hacia niveles más altos.

Un ejemplo evidente de este fortalecimiento se encuentra en las industrias dedicadas a la fabricación de maquetas de hielo, las cuales buscan de manera intencionada optimizar sus tiempos y disminuir sus costos de producción mediante la aplicación de

herramientas como la teoría de restricciones. Esta teoría facilita la identificación de los puntos críticos presentes en su línea de procesos, desde la materia prima hasta el producto final. Las fábricas de hielo constituyen un componente esencial en la cadena de suministro global, y su relevancia trasciende la mera refrigeración. Contribuyen a la seguridad alimentaria, respaldan los sectores turístico y hospitalario, y desempeñan un papel fundamental en el ámbito de la salud y en la gestión de emergencias. La creciente demanda mundial de hielo, particularmente en naciones en desarrollo con climas cálidos, continúa promoviendo la expansión de esta industria a escala global. (Beamon, 2020)

Fhisachi S.A, es una empresa dedicada a la fabricación, producción y venta de hielo triturado o en marqueta a mayoristas, minoristas y distribuidores en la provincia de Santa Elena, satisfaciendo las necesidades de los clientes a nivel industrial. A lo largo de los años, la empresa ha experimentado el reto de llegar a ser una industria rentable, encontrándose con el conflicto de aplicar dos posiciones opuestas: tener en cuenta atender bien el mercado en el que opera (crecimiento a futuro), seguidamente controlar los costos operacionales (supervivencia – rentabilidad).

El prototipo de producto que se fabrica en la empresa son los hielos en barras o también conocidos como hielos en bloques, los cuales son fabricados en tinas con una producción de 28,448 toneladas y 456 marquetas de hielo respectivamente y contando con una cámara de almacenamiento, permitiendo que la planta trabaje las 24 horas del día, además, cuenta con 3 sectores de embarque del hielo, identificando oportunidades de mejora, esto representa un factor adicional que permite a la empresa competir en el mercado local, optimizando su sistema productivo y reduciendo los costos de producción. Este objetivo se alcanzará mediante una investigación enfocada en la optimización de la cadena de suministro utilizando la teoría de restricciones. Esta metodología facilitará la identificación de los "cuellos de botella" que existen en el proceso de producción. (Pérez de la Cruz, C., & Ramírez Rodríguez, J, 2022).

Planteamiento del problema

Actualmente, las empresas en América Latina necesitan un esfuerzo considerable de la gerencia para optimizar el uso de los recursos, mantener un equilibrio entre productos y servicios (Rodríguez, 2021). En este contexto, están atravesando un proceso de cambio que ha llevado a sus gerentes a adoptar diversos modelos, métodos y

herramientas para prepararse para el futuro, gestionar los costos de producción y facilitar una adecuada toma de decisiones.

Restrepo, (2021), expone: la teoría de restricciones se aplicó en unos estudios llevados a cabo en Colombia, Brasil y Perú donde la demanda de hielo se encuentra elevada por el incremento de las temperaturas y la necesidad de mantener la refrigeración en múltiples sectores industriales, como el alimentario, pesquero, entre otros. No obstante, la producción y la distribución de hielo presentan diversos obstáculos que podrían ser mejorados mediante la Teoría de Restricciones (TOC).

Los resultados obtenidos en el área productiva durante un período de medición de cuatro meses indicaron un aumento en el índice de confiabilidad del cumplimiento de los ofrecimientos de entrega de pedidos a clientes, pasando de un valor base del 51.64% a un valor del 80.80%. En cuanto a la medición de la disponibilidad de inventario, se observó una disminución en el porcentaje de códigos agotados, que pasó del 6.55% al 4.57% en toda la cadena de suministros. Esta mejora se vio acompañada por avances significativos en otros indicadores operativos de la empresa. Se anticipa que, con un período de tiempo más extenso, se manifestarán mejoras notables en los índices financieros de la compañía, con los cuellos de botella, correctamente determinados, mediante, el uso de la Teoría de Restricciones se podrá considerar de estas las variables que darán el inicio del desarrollo de la optimización.

En una empresa fabricante de cubos de hielos en Ecuador, Rashid, (2020), expone que esta compañía enfrenta problemas significativos de retrasos en la entrega de productos debido a cuellos de botella en su proceso de producción, lo que a su vez afectaba su capacidad de cumplir con los pedidos en tiempo. Además, la acumulación de inventarios y los altos costos operativos estaban reduciendo su competitividad en el mercado, La Teoría de Restricciones no solo ayudó a Sahara Ice a identificar y eliminar su principal cuello de botella, sino que también fomentó una cultura de mejora continua que benefició a la empresa a largo plazo. Al eliminar la acumulación innecesaria de inventarios en proceso, Sahara Ice redujo los costos de almacenamiento y mejoró el flujo de caja. La empresa mejoró su cumplimiento de plazos de entrega en un 25%, lo que fortaleció su relación con los clientes y su posición en el mercado. Tras el éxito inicial, Sahara Ice continuó aplicando la Teoría de Restricciones en otras áreas de la empresa, mejorando de manera continua su eficiencia operativa.

La provincia de Santa Elena, en Ecuador, tiene una dependencia económica significativa de la industria pesquera. En este contexto, algunas empresas dedicadas a la fabricación de maquetas de hielo implementan procesos de mejora continua y estándares de calidad; sin embargo, este porcentaje es reducido, lo que indica que hay un mayor número de empresas que no cuentan con algún método establecido. El sector productivo de maquetas de hielo presenta una mayor demanda en el mercado internacional y ha experimentado aumentos en su producción.

La Teoría de las Restricciones (TOC) utiliza un proceso de 5 pasos para analizar los factores que causan los cuellos de botella. A través del análisis de procesos, identifica los factores que se pueden mitigar para aumentar la productividad, lograr una mejora continua y hacer que la empresa sea cada vez más competitiva en el mercado al ofrecer un producto de alta calidad a precios moderados. (Rashid, 2020).

En el Cantón La Libertad, se ubica Fhisachi S.A. empresa dedicada a la fabricación de maquetas de bloques de hielo; realizando actividades de producción, almacenamiento y distribución, donde cuentan con clientes del sector pesquero, además de emprendimientos empíricos como el granizado, al ser un proveedor de hielo, el insumo requerido por los exportadores de camarón, pesca y emprendimientos locales, debe necesariamente satisfacer cada una de las necesidades ofreciendo así a sus clientes la seguridad sobre la inocuidad del producto. (Rodríguez, 2021)

En la actualidad, la empresa se dedica a actividades de llenado, congelación, desmolde, almacenamiento y trituración. La organización está firmemente comprometida con sus clientes y tiene como objetivo proporcionar el mejor producto para satisfacer todas sus necesidades anticipadas.

Sin embargo, Fhisachi S.A. ha experimentado recientemente interrupciones en su proceso, ya que no puede cumplir con su cronograma diario ni entregar la producción a tiempo debido a diversas limitaciones en la línea de producción. Algunas de estas restricciones incluyen:

Durante el proceso de producción se visualiza tiempos de inactividad o improductivos debido a varios factores dentro del proceso productivo, entre los cuales se menciona: averías de maquinarias, escasa motivación del personal que labora en la empresa, lo que provoca pérdidas de tiempo en el proceso y la imposibilidad de cumplir

con el tiempo programado. Esto también se traduce en un aumento de los costes de producción.

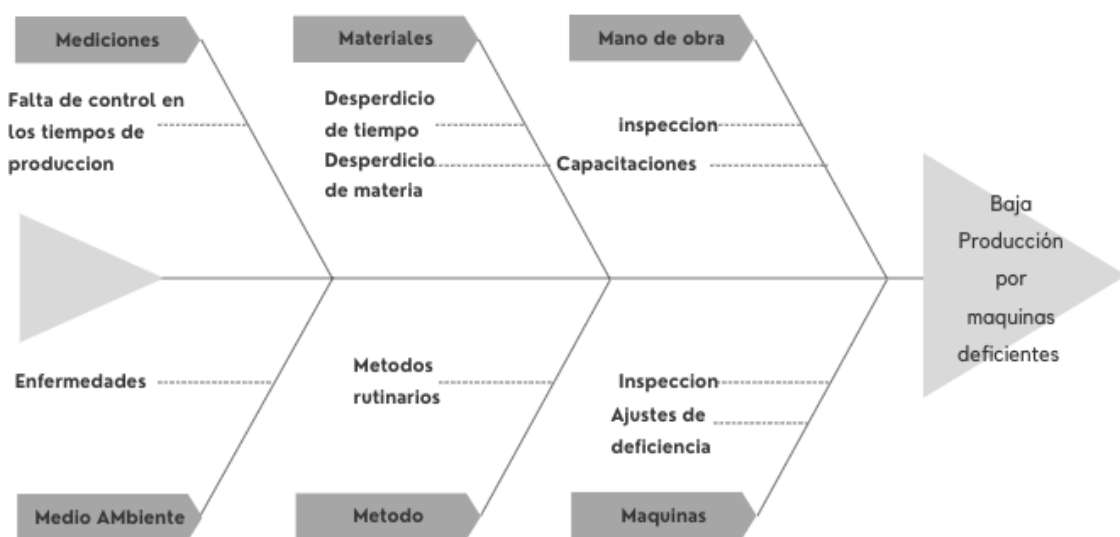
Con el tiempo, se ha observado que una de las principales fuentes de desperdicio en una línea de producción es la pérdida de tiempo debido a acciones no relacionadas directamente con el proceso de producción. Esta es una de las razones por las que una empresa puede experimentar una baja productividad y, en consecuencia, una reducción de la competitividad (López Telenchana, 2020).

La mano de obra involucrada en el proceso de producción también es un factor limitante dentro del proceso de producción, ya que pueden ocurrir retrasos debido a la falta de competencia y habilidades entre el personal, así como a una rotación esporádica, de empleados que son movidos a cumplir otra gestión dentro de la misma empresa, lo que ocasiona discontinuidad en la producción.

El uso del diagrama de Ishikawa en la figura 1 permite la identificación de problemas actuales dentro de la empresa, lo que resulta en retrasos. En la figura 1 se muestran las causas específicas que conducen a retrasos en la línea de fabricación de bloques de hielo, lo que en última instancia provoca ineficiencia y pérdidas para la organización.

Figura 1:

Representación de las causas de la baja productividad



Nota: Elaboración propia

Para una mejor comprensión, se realiza el análisis de la Figura 1: Representación de las causas de la baja productividad, fase por fase, la cual se hace para fines académicos:

Mediciones: Es importante destacar que, dentro del proceso de medición, el escaso control en los tiempos de producción son uno de los factores claves para determinar problemas en la elaboración de un producto.

Materiales: En relación a esta fase del problema, se determina que existe desperdicio de tiempo y de materia prima, los cuales suben los gastos operativos al interior de la elaboración del producto final.

Mano de obra: En relación al talento humano, se determina que no existe inspecciones esporádicas de que hace el personal en el desarrollo de sus jornadas laborales; además los mismos deben de recibir las capacitaciones oportunas, a fin de poder solventar en algo los problemas que se presenten.

Medio Ambiente: Sobre esta fase, se menciona que las enfermedades son la causa principal, debido a que el talento humano debe manipular bloques de hielo, y que, al interior de la empresa, en el desarrollo de las actividades se mantiene un ambiente frío en toda la empresa.

Método: Los métodos que se aplican no son los adecuados por lo que se deben establecer aquellos que sean los más adecuados.

Máquinas A las máquinas no se les aplica mantenimientos preventivos, además los justos de deficiencia, con lo que, los daños son irreversibles y se presentarán suspensiones en las tareas cotidianas.

A través del análisis realizado de la Tabla 1 (Tiempos de producción por procesos) y Figura 2 (Diagrama de Pareto), se pueden observar las principales causas del incumplimiento del cronograma establecido por parte de la empresa, validadas por el tiempo que se tarda en realizar las actividades establecidas en la línea de producción. Esto tiene un efecto negativo en los niveles de producción, lo que resulta no solo en pérdidas financieras, sino también en una disminución de la posición en el mercado.

Tabla 1:

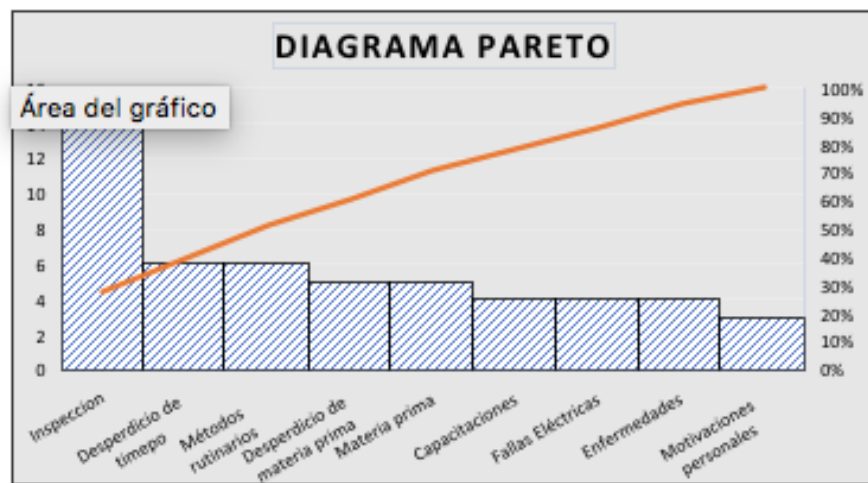
Tiempos de producción por procesos

Causa: Demoras Por	Tiempo/ horas	Horas acumuladas	Frecuencia relativa %	Frec. Relat Acumulada %
Inspección	6	6	0,12	12%
Desperdicio de tiempo	6	12	0,12	24%
Inspección	8	20	0,24	39%
Métodos rutinarios	6	26	0,39	51%
Desperdicio de materia prima	5	31	0,51	61%
Materia prima	5	36	0,61	71%
Motivaciones personales	3	39	0,71	76%
Capacitaciones	4	43	0,76	84%
Fallas Eléctricas	4	47	0,84	92%
Enfermedades	4	51	0,92	100%
Total	51		1	

Nota: Elaboración propia

Figura 2:

Diagrama de Pareto



Nota: Elaboración propia

Una opción para abordar cada una de estas causas es implementar la optimización, utilizando la teoría de las restricciones. Este enfoque utiliza mediciones de cada restricción para ayudar en la toma de decisiones al mejorar el sistema de producción.

Problema General

¿Cómo incide la herramienta de Teoría de Restricciones en la Optimización de la Cadena de Suministro en la empresa Fhisachi S.A., Cantón La Libertad?

Problemas Específicos

- 1.- ¿Cómo puede la herramienta Teoría de Restricciones identificar los cuellos de botellas en la empresa Fhisachi S.A.?
- 2.- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta Teoría de Restricción puede llegar a optimizar los tiempos de producción y mejorar la eficiencia operativa en la empresa Fhisachi S.A.?
- 3.- ¿Como la evaluación de la herramienta Teoría de Restricciones impacta la eficiencia operativa de Fhisachi S.A.?

Justificación de la investigación

El uso de los conceptos de Teoría de Restricción en las operaciones de la empresa Fhisachi permite mejorar los indicadores de cumplimiento además del rendimiento en los procesos adecuados. (Alberto - Carmen, 2020)

El estudio cuenta con una justificación teórica, ya que en el ámbito industrial se presenta una amplia gama de actividades productivas, que abarcan desde la extracción de materia prima hasta la venta del producto o servicio al consumidor final, centrado en la mejora del flujo tanto en la producción como en la distribución mediante la gestión adecuada de las limitaciones o cuellos de botella. Al implementar los principios de la TOC, la empresa tiene la posibilidad de incrementar su capacidad de respuesta, disminuir costos y asegurar que el hielo se entregue a los clientes en condiciones óptimas, lo que a su vez puede contribuir a maximizar su rentabilidad y competitividad en el mercado. (Deroncele Acosta, 2021)

Desde una perspectiva de la justificación práctica, la aplicación de la Teoría de Restricciones se presenta como una solución potencial para los problemas operativos que experimenta la empresa, tales como la ineficiente gestión de los recursos de producción, los extensos tiempos de producción y la carencia de conocimientos especializados. La empresa Fhisachi S.A. podría experimentar beneficios directos a través de la disminución de los costos operativos y el aumento en la productividad, lo que podría resultar en una mejora de su rentabilidad en el mercado. (DHZ Silva, 2021). Así mismo, contiene justificación social, siendo los principales beneficiarios los clientes de la empresa

Fhisachi S.A. satisfaciendo todas las necesidades requeridas, seguidos de los administradores de la empresa debido a que el personal de trabajo estará operando en mejores condiciones, lo que mejora su rendimiento.

El propósito de esta investigación es exhibir un ejemplo de éxito que demuestra cómo la Teoría de Restricciones (TOC) permitió a una compañía de fabricación de maquetas de hielo en tomar decisiones acertadas ante un posible aumento en la demanda que habría generado restricciones y puesto en riesgo sus ingresos si no se hubiera intervenido. Es crucial que los empresarios tengan acceso a investigaciones de este tipo que demuestren los beneficios que pueden lograrse al aplicar la TOC de manera apropiada, así como otras herramientas de gestión basadas en el enfoque de priorizar decisiones en restricciones. Asimismo, se presentarán de manera concisa los conceptos fundamentales en los que se basa la TOC, incluyendo los cinco pasos de mejora continua propuestos, con el fin de lograr una mejor comprensión de estos conocimientos. (Francis., 2021)

Alcance de la Investigación

La contribución significativa a la solución de problemas técnicos en varias áreas claves: I. Mejora en la Programación de Producción: La Teoría de Restricción enfatiza la importancia de sincronizar la producción con la capacidad del sistema más limitado (el cuello de botella). Esto evita la sobreproducción y reduce los inventarios innecesarios, al optimizar la programación de la producción en función de la capacidad del cuello de botella, se logra un flujo más fluido de productos, reduciendo tiempos de inactividad y aumentando la eficiencia general del proceso productivo, (Levinson, 2020).

II. Optimización del Inventario y Reducción de Pérdidas: En la industria del hielo, donde el producto es altamente perecedero, la Teoría de Restricciones ayuda a optimizar los niveles de inventario, evitando tanto el exceso como la escasez, lo que puede llevar a pérdidas significativas. Implementar controles estrictos y sistemas de monitoreo basados en la Teoría de Restricciones puede reducir las pérdidas por derretimiento o almacenamiento prolongado, mejorando así la sostenibilidad y rentabilidad del negocio, (Stein, 2022).

III. Mejora en la Distribución y Logística: La Teoría de Restricción puede ser aplicada en la optimización de las rutas de distribución y la logística de entrega,

asegurando que el hielo llegue a los clientes en el tiempo adecuado y en la condición óptima, al analizar y reorganizar las rutas de distribución en función de la capacidad del sistema, se pueden reducir los tiempos de entrega y los costos asociados con la logística, mejorando la satisfacción del cliente.

IV. Reducción de Costos Operativos: La implementación de la Teoría de Restricciones puede llevar a una operación más esbelta y eficiente, donde los recursos se utilizan de manera óptima, eliminando desperdicios y mejorando el margen operativo.

V. Facilitación de la Mejora Continua: La Teoría de Restricciones no solo aborda los problemas técnicos actuales, sino que también establece un marco para la mejora continua, donde la identificación y resolución de nuevas restricciones se convierte en un proceso iterativo, esto crea una cultura dentro de la empresa donde la optimización y la innovación técnica son constantes, lo que es crucial para mantenerse competitivo en el mercado, (AG., 2020).

El éxito del proyecto en La Libertad es un modelo que puede inspirar a otras regiones del mundo a adoptar un enfoque global hacia la sostenibilidad.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Optimizar la cadena de suministro mediante la aplicación de la teoría de restricciones para mejorar la productividad de la empresa FHISACHI S.A.

Objetivos específicos

- 1.- Realizar un estudio bibliográfico mediante la revisión de fuentes literarias para el sustento de las variables independiente y dependiente.
- 2.- Desarrollar un marco metodológico mediante el uso de herramientas y técnicas de exploración relacionadas a la cadena de suministro y aplicación de la teoría de restricciones.
- 3.- Elaborar una propuesta de mejora basada en los resultados obtenidos de la aplicación de la teoría de restricciones en la cadena de suministro para optimizar la productividad de la empresa FHISACHI SA.

Con un enfoque sistemático, este trabajo de investigación se organiza en 3 capítulos;

En el **Capítulo I**, se presenta el estado del arte a través de un modelo de revisión sistemática de la literatura de varios autores que han investigado sobre la temática de estudio. El **Capítulo II** detalla el marco metodológico de la investigación, destinado a identificar el estado actual del sistema de producción de la empresa Fhisachi S.A. y la implementación de la Teoría de Restricciones. Por último, en el **Capítulo III**, se exponen los resultados obtenidos, para luego detallar las conclusiones y recomendaciones del trabajo de titulación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

La teoría de restricciones (TOC) es una filosofía de gestión propuesta por Eliyahu Goldratt en 1984, quien rechazó un método propuesto por Terry Peace y Las Turnbull en 1982, por no cumplir con los principios de la eficacia, efectividad y eficiencia en el estableció para su metodología. La TOC busca maximizar el rendimiento de la inversión, valorando la eficacia según los costes necesarios y eliminando los cuellos de botella en la cadena de aprovisionamiento para que funcione de manera óptima. En un entorno empresarial volátil y globalizado, es importante mostrar por la flexibilidad y agilidad operativa (Cruz Baltazar, 2023).

Romero (2022), quien empleo la herramienta de la Teoría de Restricciones en un estudio en Perú, que incluye consideraciones de optimización en la industria de la madera, dado que en la actualidad se observa un bajo nivel de producción y deficiencias en la cadena de suministro. El objetivo fue identificar los cuellos de botella presentes. A través del proceso de optimización, se logró un incremento del 4% en la productividad, aumentando de un 42% a un 56%. Además, las ventas experimentaron un crecimiento del 35% al 80%, lo que representa un aumento significativo, así como una mejora de 22 puntos en las entregas realizadas a tiempo.

Pérez De La Cruz, (2021), En un estudio de caso en Suiza, el autor decidió proponer la mejora de los procesos productivos implementados en esta industria alimentaria, los cuales se reflejaban en comparación con los ingresos actuales de la empresa. A través de la optimización, se logró un aumento de \$45,345.20 USD. Además, se realizó una simulación que permitió estimar los beneficios de incorporar dos empleados adicionales al proceso de distribución, lo que resultaría en un incremento de la rentabilidad del 35% y un ingreso de \$50,540.80 USD.

La Teoría de Restricciones en la Cadena de Suministro se sustenta en varios principios fundamentales que ayudan a detectar y resolver los puntos críticos en la producción y distribución de bienes y servicios. Uno de los principios es que la fortaleza de un sistema depende de su eslabón más débil, lo que significa que la producción y

entrega de productos están limitadas por la capacidad del eslabón más lento. Asimismo, se destaca que la capacidad de un sistema no se determina por la suma de las capacidades individuales de cada eslabón, sino por la capacidad del eslabón más limitante. Por último, se resalta la importancia de identificar y trabajar en los cuellos de botella para liberar capacidad y mejorar el flujo en la cadena de suministro. (Milio, 2020)

El objetivo de una cadena de aprovisionamiento es satisfacer la demanda, maximizando el rendimiento, minimizando el inventario en proceso y mejorando considerablemente el rendimiento para el cliente. La teoría de restricciones, por cada uno de los pasos, está dirigida hacia la identificación, priorización y explotación de las capacidades donde existe la necesidad a cada paso en un plazo, que presenta los consumos y las adiciones de cada recurso en la cadena de aprovisionamiento y se apoya sobre la producción a cada instante. (RRP Veliz, 2021).

Las restricciones no suelen ser ni negativas ni positivas, son una realidad puesto que en una gran cadena de recursos interdependientes solo unos pocos de ellos, los cuellos de botellas o restricciones condicionan la salida de toda la producción, es por ello que hay que utilizarlos para un buen manejo del flujo del sistema productivo, en los cuales las empresas que utilizan la Teoría de Restricción como herramienta para el mejoramiento continuo de sus procesos logran fortalecer su competitividad a nivel de calidad, servicio al cliente y bajo costos los cuales logran también, la reducción en el tiempo de entrega, mejorando el cumplimiento de las fechas de entrega, reduciendo así los inventarios, incrementando las ventas y por último el incentivo al incremento de utilidades netas.

Es de suma importancia contar con la propuesta de mejoramiento que plantea la Teoría de Restricciones que permita al proceso de fabricación de hielo identificar su restricción y atacarla a través de la explotación de la misma. Si se habla de nivel general, la Teoría de Restricciones se desarrolla en procesos de pensamientos, así como en aplicaciones a distintas áreas entre las cuales se distinguen la producción, administración, finanzas, ventas, marketing, sistemas de distribución, recursos humanos, entre otros. Para explotar la restricción es preciso sacarle lo más que se pueda al recurso o cuello de botella sin perder tiempo, es decir, se debe obtener al máximo rendimiento del recurso con restricción de capacidad dentro de las 8 horas laborables pues se conoce que cualquier

minuto perdido en el rendimiento del recurso con restricción de capacidad puede repercutir en el nivel de producción dentro del todo el sistema.

1.2. Estado del Arte

Se señala la revisión sistemática de literatura (RSL) como un modelo de análisis secundario que emplea metodologías específicas para identificar, diferenciar y comprender toda la información disponible relacionada con un tema de búsqueda particular, lo que facilita la evaluación y síntesis de las evidencias obtenidas de investigaciones primarias mediante un enfoque riguroso. (Cardona Arias, 2020)

A través de motores de búsqueda como ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Scielo.org y Redalyc, se llevó a cabo una investigación sobre artículos de revistas científicas más relevantes que respaldaron la introducción del estudio sobre la Optimización de la Cadena de Suministro, el modelado basado en agentes y la simulación. Se consideraron criterios estrictos de inclusión y exclusión, lo que permitió una agrupación de datos específicos mediante la inducción del análisis de la información obtenida.

Una revisión sistemática de la literatura es una herramienta de investigación que ayuda a clarificar los objetivos de un proyecto, evitar la duplicación de trabajos anteriores, mejorar la comprensión de un tema, llegar a conclusiones más consistentes y proporcionar la base necesaria para una posible generalización de los resultados.

Los objetivos principales de las revisiones sistemáticas son identificar todas las investigaciones previas relacionadas con el área de investigación, establecer las técnicas utilizadas para obtener una síntesis de la forma y los resultados de estas investigaciones, examinar la evolución de las técnicas y las tendencias de investigación, e identificar los aspectos inexplorados de la investigación y las oportunidades para promover la renovación. (Roa-Espinoza, 2024)

Se eligieron artículos publicados en inglés y español utilizando herramientas tecnológicas, lo que permitió una búsqueda investigativa de 130 artículos, de los cuales se excluyeron 70 aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. También se eliminaron 30 artículos que estaban duplicados, los cuales fueron identificados a través del modelo de bola de nieve utilizado en la investigación por

(Osorio, 2019), obteniendo como resultado 30 artículos y 1 estudio de casos sirviendo estos como base teórica fundamental en la investigación realizada.

En la figura 3, se expone la estructura de la triple línea de acción que guía la adecuada realización de una revisión sistemática de literatura (RSL), organizando lo anteriormente mencionado en etapas de la revisión, que abarcan la planificación, ejecución y difusión de informes.

Figura 3:

RSL con base en triple línea de acción

Planificación de la revisión	Ejecución de la revisión	Informes y difusión en la revisión
<ul style="list-style-type: none"> • La identificación de la necesidad de un marco y estudio de casos • Alcance de estudio: • Artículos de revista por palabras claves • Motores de búsqueda, ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Scielo.org y Redalyc como fuentes de artículos como dominio de Optimización, Cadena de Suministro • Artículos publicados en inglés y español. 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de artículos: • Términos de búsqueda ("Optimización" o "Cadena de Suministro" y ("Teoría de Restricción") (130 artículos) • Eliminación de artículos triviales (70 artículos) • Ronda preliminar de evaluación: títulos, resúmenes y palabras cruciales (30 artículos) • Grupo final de artículos considerados (30 artículos y 1 estudio de caso) 	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis de datos: • Declaración de antecedentes identificados mediante triple línea de acción para la revisión sistemática de la literatura. • Revisión y análisis de artículos identificando la inferencia entre Optimización en la cadena de suministro y la Teoría de Restricciones • Escribir los hallazgos descriptivos.

Nota: Elaboración propia

Este estado del arte se fundamenta en una RSL que ha facilitado la diversidad de diseños de investigación (cuantitativos, cualitativos y métodos mixtos), lo que permitió la selección de 30 secciones que se clasifican a través de la lectura realizada en la introducción, así como en los resultados y discusiones, lo que da como resultado una RSL más rigurosa. En la Tabla 2, se resalta en el análisis de herramientas utilizadas, los resultados obtenidos a partir de la investigación y el método empleado en la investigación.

Tabla 2:*Artículos para la RSL*

N	Autor	Propuesta	Resultado	Oportunidades de sinergia
1	Kofi Opoku R., Yeboah Nyamah E., Yeboah Nyamah E., Agyapong G., Efua Frimpong S. (2021)	Optimización de cadena de suministro: revisión narrativa estructurada de los desafíos actuales y recomendaciones para la acción	Gestión de las cadenas de suministro de alimentos para la sostenibilidad	Gestión de la cadena de suministro
2	Dagkinis IK, Psomas PM, Platis AN, Dragovic B., Nikitakos NV (2019)	Optimizando las cadenas de suministro de alimentos para la sostenibilidad	Eficiencia y resiliencia: factores clave del crecimiento de la cadena de suministro en una industria de alimentos	Gestión de la cadena de suministro
3	Yi W., Wang H., Zhong R., Zhen L. (2020)	Optimización para una cadena de suministro más limpia	Modelo de optimización multiobjetivo basado en escenarios de aprendizaje automático supervisado para configurar una red de cadena de suministro de plástico de circuito cerrado	Gestión de la cadena de suministro
4	Bouchard S., Gamache S., Abdounour G. (2018)	Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmeccánica.	Modelado y optimización de la planificación de la producción de agregados multicapa	Gestión de la cadena de suministro
5	Chatterjee P., Groenlandia S., Low D., Watson C., Nguyen N. (2020)	Modelado de optimización para la gestión de la cadena de suministro de vacunas contra la pandemia: una revisión y futuras oportunidades de investigación	Exploración de las relaciones entre las dimensiones de la calidad del servicio y la satisfacción del cliente: estudio empírico en el contexto de los proveedores de servicios logísticos de la India	Gestión de operaciones en cadenas de suministro globales
6	Kumar P., Kumar A. (2021)	Factores, soluciones y beneficios del sistema de financiamiento de la cadena de suministro	Prácticas sostenibles en la cadena de suministro de café en la región del Cerrado Mineiro, Brasil	Gestión de operaciones en cadenas de suministro
7	Stamadianos T., Kyriakakis NA, Marinaki M., Marinakis Y. (2018)	Optimización de inventarios de múltiples niveles ante riesgos de interrupción	Marco para medir el desempeño de las operaciones de producción en la industria láctea	Gestión de operaciones en cadenas de suministro
8	Suhaib, Amir Babak Rasmi S., Turkyay M. (2022)	Optimizar las cadenas de suministro de farmacéuticos para la sostenibilidad	Diseño de indicadores clave de desempeño (KPI) para el trabajo en la cadena de suministro farmacéutica	Gestión de la cadena de suministro
9	Tsioumas V., Stavroulakis PJ, Vasilopoulos D., Papadimitriou S.(2023)	Riesgos en la cadena de suministro	Aplicación de un sistema de medición del desempeño de fabricación aditiva propuesto en una industria brasileña	Gestión incierta de la cadena de suministro
10	Alva Ferrari A., Bogner K., Palacio V., (...), Seeber N., Ebersberger B. (2019)	Optimizar el rendimiento de la cadena de suministro	Un modelo de optimización basado en simulación para equilibrar la rentabilidad económica y la eficiencia del capital de trabajo utilizando dinámica de sistemas y algoritmos	Gestión incierta de la cadena de suministro

11	Calignano F., Mercurio V. (2023)	Una perspectiva de la cadena de suministro: análisis de casos de deslocalización	Optimización del desarrollo de nuevos productos mediante la integración sistemática del diseño para Six Sigma	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones
12	Chen C., Han J., Liu Z., Tiong RLK (2022)	Teoría de restricciones y su impacto en las mejoras de productividad	Determinar de qué manera la integración de la Teoría de Restricciones en los sistemas ERP impacta en la toma de decisiones.	Teoría de Restricciones
13	Scott EL, Bhamra T., Mohammed MI, Johnson AA (2020)	Gestión de la cadena de suministro: una revisión narrativa estructurada de los desafíos actuales y recomendaciones para la acción	Aprovechar las decisiones basadas en datos: un marco para desarrollar la capacidad interna de la empresa para optimizar y resiliencia de la cadena de suministro	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones
14	Asha AA, Dulal M., Habib DA (2019)	Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones	Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro	Teoría de Restricciones
15	Baddley J., Rasheed FN (2020)	Teoría de restricciones durante la pandemia de COVID-19 en El Salvador	La aplicación de la teoría de restricción en la práctica hospitalaria: desafíos y perspectivas	Teoría de Restricciones
16	Zhao Y., Huang W., Xu E., Xu X. (2022)	Aplicación de la teoría de restricciones en proceso de fabricación de chocolates	Optimizar el proceso de producción, reduciendo los tiempos y aumentando la productividad	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones
17	Redondo I., Charron J.-P. (2018)	Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmeccánica-Plástica	Optimizar la los procesos operativos mediante la teoría de restricciones (TOC) en una empresa metalmeccánica dedicada a elaboración de máquinas de procesamiento de plástico.	Teoría de Restricciones
18	Gupta A., Singh RK, Mathiyazhagan K., Suri PK, Dwivedi YK (2018)	La teoría de las restricciones en Unidad Empresarial de Base “El Caito”	Implementación de la Teoría de Restricciones para mejorar la línea de producción de una industria de yogurt	Teoría de Restricciones
19	Fedorko G., Molnar V., Mikusova N., Strohmändl J., Kizik T. (2019)	Aplicar la teoría en un estudio de caso en una empresa textil para gestionar los obstáculos de una manera eficaz mediante la definición de restricciones que impiden que la empresa alcance sus objetivos.	Teoría de restricciones como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones.	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones
20	Jodlbauer H., Brunner M., Bachmann N., Tripathi S., Thurer M. (2020)	Teoría de las restricciones: la aplicación de la instalación de producción de vino.	Determinar la cantidad óptima de producción utilizando la teoría de las restricciones.	Método de la Teoría de restricción
21	Mukhtar U., Gronroos C., Hilletoft P., Pimenta ML, Ferreira AC (2021)	Optimización de costes en operaciones industriales.	Aplicación de un sistema de costeo total o absorbente se debe implementar en el proceso productivo.	Método de la Teoría de restricción
22	Paul TK, Jana C., Pal M., Simic V. (2020)	Teoría de Restricción: metodología aplicada en la investigación empresarial	La teoría de restricciones (TOC) y su incidencia en los costos de producción. Caso empresa MIVIRN	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones

23	Zilin Z., Jing KT, Yee HC, Zihao D., Yao L. (2021)	Utilización de teorías de restricciones en la fundamentación de investigaciones en el área de marketing	Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche.	Método de la Teoría de restricción
24	Bonetti SA, Bueno A., da Silva RBZ, Paredes FJG, Bianco D. (2022)	Propuesta de la herramienta de la Teoría de Restricción con consideraciones de optimización	Utilización de la Teoría de restricciones para determinar los cuellos de botella en una industria tecnológica	Teoría de Restricciones
25	Srivastava G., Sapra D., Sinha A., Anup M., Sinwar D. (2019)	Propuesta de Teoría de Restricción, con la finalidad de corregir y optimizar las falencias encontradas en un modelo del 2017	La Teoría de Restricciones, identificar, gestionar y controlar los cuellos de botella, ya sean físicos o no físicos	Método de la Teoría de restricción
26	Alvarenga MZ, de Oliveira MPV, Filho HZ, dos Santos WR (2020)	Teoría de Restricciones en la Dinámica de Máquinas y Procesos de Fabricación de Acero.	Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmeccánica-Plástica.	Desarrollo de los 5 pasos de la teoría de restricciones
27	da Silva WH, Guarnieri P., Carvalho JM (2021)	Teoría de Restricción: Bases para un Método	Teoría de restricciones (TOC) como metodología dinámica de mejora continua en líneas de producción automotrices	Teoría de Restricciones
28	Baltasar FB, Machado MA, Vaccaro GLR (2021)	Modelo para la simulación de la aplicación de la teoría de las restricciones	Teoría de restricciones para los procesos de gestión y control en las IPS del Caribe Colombiano	Método de la Teoría de restricción
29	Aziz RA, Paul HK, Karim TM, Ahmed I., Azeem A. (2023)	Análisis de mejoramiento logístico dentro logístico del proceso productivo en una empresa de automóviles	Mejoramiento del flujo y aumento de la capacidad de prestación de servicios de un taller de reparación y mantenimiento automotriz, a través de estrategias basadas en los principios de la teoría de restricciones	Método de la Teoría de restricción
30	Moradeyo AA (2022)	Utilizar la herramienta de la Teoría de Restricciones para la toma buena de decisiones en empresa de madera	Implementación de la Teoría de Restricción como una forma de mejorar el proceso productivo	Teoría de Restricciones

NOTA. Elaboración propia

1.2.2. Respuesta a las preguntas planteadas

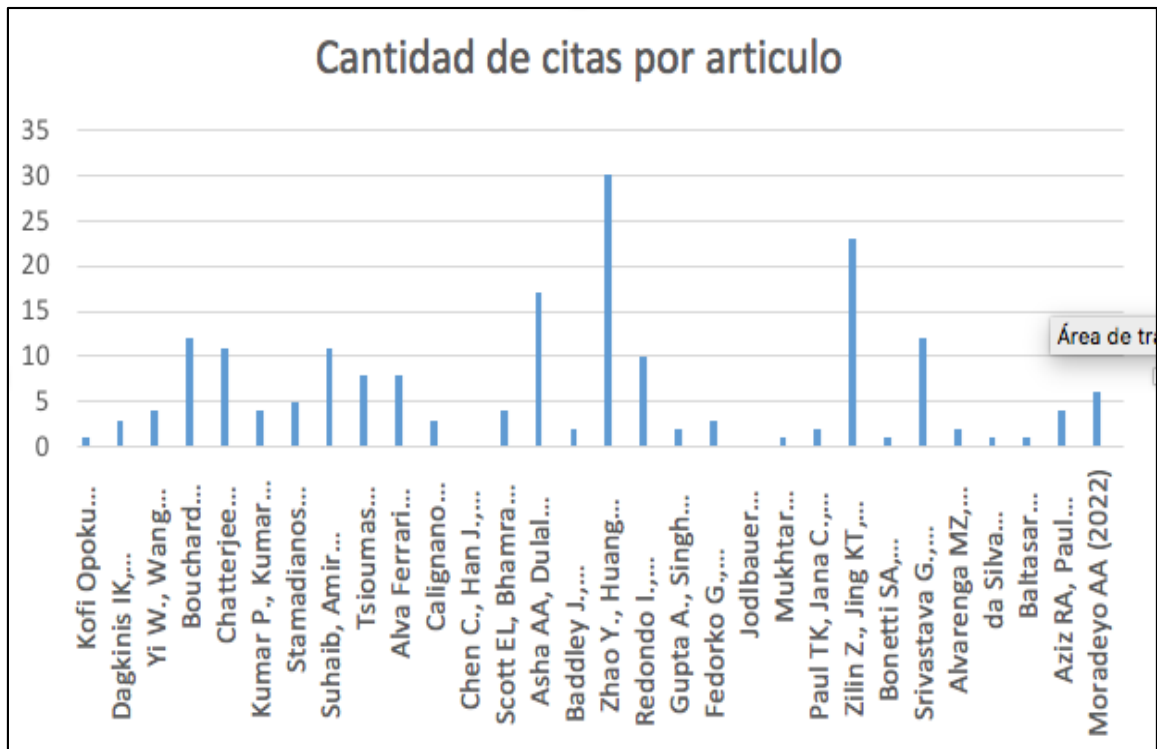
RQ1 ¿Cuáles son los artículos más citados?

A partir de la información obtenida de la Tabla 2, se puede observar el número de citas de cada artículo. Es evidente que la publicación de (Zhao Y., Huang W., Xu E., Xu X., 2022) tiene el mayor número de citas (30 en total), seguida de (Zilin Z., Jing KT, Yee HC, Zihao D., Yao L., 2021) con 23 citas, mientras que los 28 restantes se encuentran en

los artículos restantes se pueden respaldar en la (Figura 4). Es importante resaltar que esta base de datos es de artículos científicos de los últimos 5 años

Figura 4:

Cantidad de citas por articulo



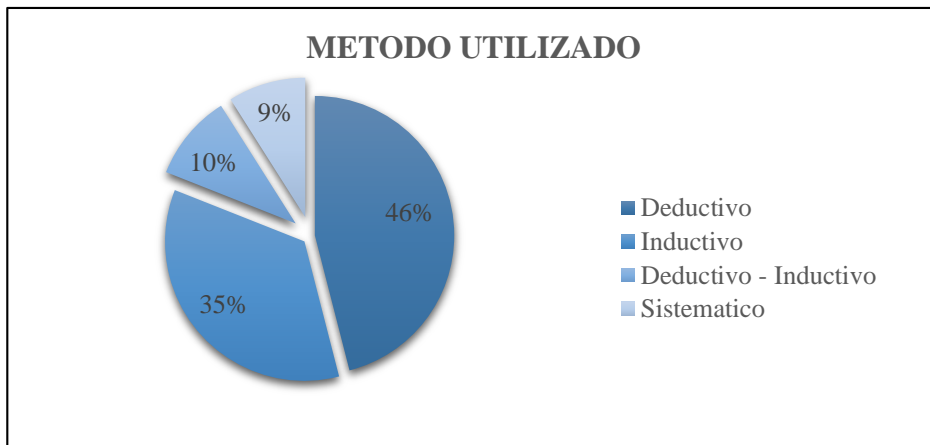
Nota: Elaboración propia

RQ ¿Qué soluciones se han propuesto?

La mayoría de las publicaciones en la base de datos de revisión de la literatura se centran en el enfoque cuantitativo. Esto significa que se utiliza una medición objetiva y, por lo tanto, se pueden cuantificar los datos. Un análisis de la revisión de la literatura reveló que el método deductivo es el más utilizado en los artículos científicos, representando el 46%, en segundo lugar, se encuentra el método inductivo, con una tasa de uso del 35%. El método deductivo-inductivo se utilizó solo en el 10% de los artículos, mientras que el método sistemático representó el 9%. Estos datos se pueden observar en detalle en la base de datos de revisión de la literatura en la (Figura 5).

Figura 5:

Método más utilizado

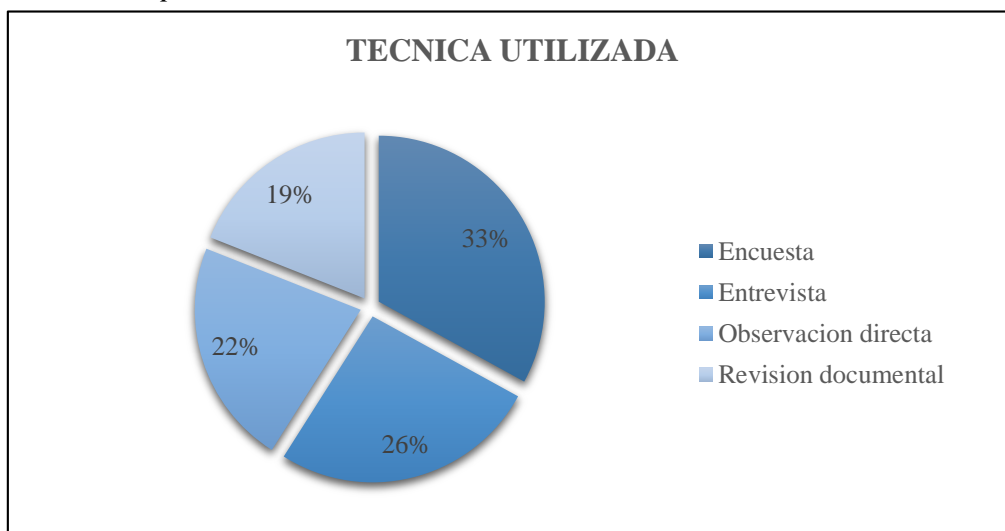


Nota: Elaboración propia

Posteriormente, se realizó un análisis de las técnicas utilizadas en cada uno de los artículos, revelando que la encuesta es la más empleada, representando el 33%, convirtiéndola en la técnica más utilizada en comparación con las demás. En segundo lugar, se evidenció la entrevista, que representó el 26%, seguida de la observación directa, que ocupó el tercer lugar con un 22%, y por último, la revisión documental con un 19%, como se puede observar en los datos en la Figura 6.

Figura 6:

Técnicas empleadas



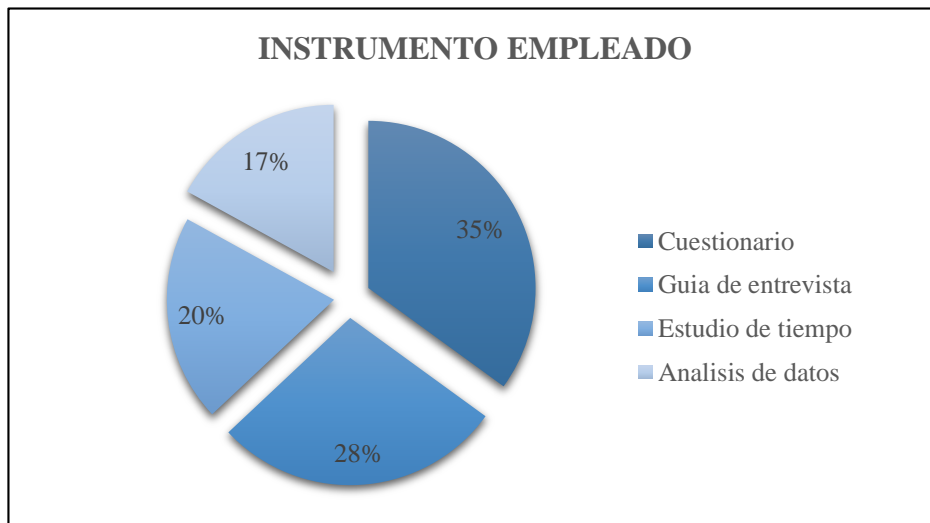
Nota: Elaboración propia

Al identificar las diversas técnicas empleadas en cada uno de los estudios de caso, se puede determinar que el cuestionario es el instrumento más utilizado, representando el

35%. En segundo lugar, como instrumento más utilizado se encuentra la guía de entrevista con un 28%, seguido por el método de estudio del tiempo con un 20% y, por último, el análisis de datos con un 17%. Estos instrumentos también se representan en la figura 7. Además, vale la pena señalar que están vinculados a la técnica, como se muestra en la tabla anterior.

Figura 7:

Instrumentos utilizados



Nota: Elaboración propia

1.2.2 Variable independiente: Teoría de Restricciones

Según, 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 este 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, (Osorio., 2020), la Teoría de Restricción es fundamental para la mejora de los procesos industriales, ya que optimiza la eficiencia de los sistemas que operan con recursos limitados. Esta herramienta se centra en la gestión de la producción y es frecuentemente utilizada en diversos sectores empresariales.

En su investigación, (Nagarkatte, 2021), la Teoría de Restricciones propone que cada organización tiene al menos una limitación. En primer lugar, se debe identificar esta restricción, para luego gestionar la empresa en función de la limitación identificada y así

optimizar la monetización de las ventas. Estas limitaciones suelen manifestarse a través de largas filas de espera en el proceso de producción.

Según, (Lucia Rodríguez, La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial. , 2021) , la Teoría de Restricción, frecuentemente denominada cuello de botella, hace referencia a las limitaciones que pueden ser clasificadas en internas y externas. Una limitación interna se manifiesta cuando hay un recurso dentro del sistema de producción que es limitado, en tanto que una limitación externa surge cuando la restricción proviene de un recurso externo que está fuera del control de la empresa.

De esta forma, (Taylor, 2021) , concluye que la teoría de restricciones se considera un proceso orientado al mejoramiento continuo, fundamentado en un pensamiento sistemático. Su propósito es ofrecer el apoyo necesario para que la empresa logre aumentar sus utilidades mediante un enfoque práctico y sencillo. Este proceso comienza con la identificación de los cuellos de botella, lo que permite alcanzar el objetivo previsto y facilita la implementación de los cambios necesarios para su eliminación.

1.2.3 Variable Dependiente: Optimización de la cadena de suministro

En relación a, (Ortiz Araya, 2020), expone que el aumento de la competencia en los mercados globales ha generado presión sobre la gestión y la optimización de los sistemas de producción y la administración de la cadena de suministro. La cadena de suministro abarca una variedad de actividades necesarias para planificar, controlar y ejecutar el flujo de materiales, información o servicios desde la adquisición de los bienes componentes hasta el consumidor final de los productos terminados.

A lo largo de la cadena de suministro, se encuentran diversos intermediarios con funciones específicas, como el transporte y el almacenamiento. El objetivo de estas acciones es mejorar la satisfacción del cliente y lograr una ventaja competitiva para el sistema de la cadena mediante una mayor eficiencia del mismo.

En consideración a, (Cañedo-González C. M.-B., 2021) , detalla la distinción en la naturaleza de la interacción con un proveedor en comparación con un cliente hace necesario enfocar con especial atención la gestión del cambio y vincular de manera estrecha la estrategia a los intereses de todos los socios involucrados en la cadena de suministro.

La consecución de estos dos aspectos permitirá alcanzar altos niveles de satisfacción mediante la colaboración de los distintos actores en la cadena, lo que, a su vez, se reflejará en un aumento de la satisfacción entre los clientes finales. Esto facilitará la creación de significativos flujos de información y el desarrollo sostenido de la cooperación entre los agentes. Por lo tanto, se puede considerar que el objetivo principal de las estrategias fundamentadas en la cadena de suministro es la implementación de la innovación como un elemento competitivo.

La producción y fabricación de productos o bienes implica la transformación de materiales, que luego se venden. Este es un proceso común para la mayoría de las empresas y se conoce como un macro proceso conocido como cadena de suministro. Es fundamental que las organizaciones optimicen o se acerquen lo más posible a la optimización para garantizar una verdadera competitividad en el mercado.

La cadena de suministro es un modelo que combina los flujos necesarios para satisfacer las demandas del mercado y la gestión eficiente de la información para crear valor para la empresa. Los actores clave de esta cadena son el proveedor, la organización y los clientes (Cañedo-González C. M.-B., 2020).

1.3. Fundamentos Teóricos

1.3.1. Teoría de restricciones

El autor (Villegas, 2023) en el trabajo investigativo la Teoría de las Restricciones (TOC) es una filosofía de gestión que se centra en identificar y maximizar el rendimiento de los cuellos de botella dentro de los sistemas. Su objetivo es explotar o aumentar el rendimiento de estos cuellos de botella a su máximo potencial, priorizar las decisiones y operaciones de otros elementos del sistema en función de la explotación del cuello de botella, y elevar el nivel de explotación del sistema alcanzado en el paso anterior.

Según, Mentzer (2021), la teoría de limitaciones establece en su trabajo que la (TOC) tiene como característica el tener un pensamiento de carácter sistemático, esto hace que permita que las empresas logren el aumento significativamente de sus utilidades, así también, como sus ventas, eficiencia, además de su nivel de productividad, relacionando la dependencia entre el cliente y proveedor sin dejar de lado el mencionar la disminución de costos de producción.

Para, (Christopher, 2022) señalo que la teoría de las restricciones permite la gestión de la planificación de la producción, ayudando a los gerentes o propietarios de negocios a tomar la mejor decisión con respecto a los retrasos en el proceso de producción.

Definición teórica de la teoría de restricciones

La TOC es una metodología científica que permite enfocar las soluciones en funciones de los problemas críticos de la empresa, para que estas se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua. Es considerada como una herramienta de gran relevancia en la gestión. (Beamon, 2020)

1.3.2. Medición de desempeño

El concepto es que un gerente necesita evaluar la capacidad de los procesos para gestionar las limitaciones a corto plazo y mejorar su rentabilidad. El rendimiento también incluye todo el sistema de producción, ya que se debe medir todo lo que entra y sale del sistema. (Martinez., 2021)

La medición del desempeño (seguimiento y control) permite a la alta dirección orientar eficazmente la gestión de la empresa, corrigiendo errores de acciones anteriores, mejorando la toma de decisiones y, en consecuencia, aumentando la eficacia de la organización en el logro de sus objetivos, esto permite rediseñar las actividades que se llevan a cabo y mejorar su productividad.

Por lo tanto, la medición del desempeño se centra en el objetivo general de mejorar el desempeño a través de las actividades de planificación, monitoreo y control contenidas en todas las funciones gerenciales.

Adicionalmente, el control de gestión tiene una dinámica evolutiva que permite no solo maximizar las oportunidades, sino también adaptarse a las oportunidades cambiantes y amenazas que el entorno brinda a lo largo del tiempo; Por lo tanto, el control de gestión debe formularse de manera que guíe la dinámica evolutiva de la organización.

Tabla 3:

Medición de desempeño

Medición de capacidad en relación con la productividad	Este criterio se utiliza comúnmente cuando se llevan a cabo procesos unitarios o cuando la organización proporciona pequeños servicios o productos que están debidamente estandarizados.
Medición de capacidad con relación a los insumos	Se utilizan generalmente en procesos flexibles de bajo volumen, ya sean en número de empleados o número de procesos dentro de la línea de producción.
Utilización	Este criterio enfoca el grado de utilización que se da al equipo, al personal o al espacio de trabajo y se mide referente a la tasa proactiva con relación a la capacidad máxima de producción
Medición de desempeño en relación con el TOC	La Teoría de Restricción tiene un pensamiento que establece que cualquier inversión que se realiza el sistema de producción parte del inventario, puede vender para obtener más dinero

Nota: Elaboración del propia

1.3.3. Restricciones

Se refiere a la velocidad de un proceso, 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, el nombre que se le da a una restricción es “cuello de botella”, debido a que limita la velocidad a la que se produce un bien o se presta un servicio. (Gutiérrez, 2019)

Los próximos puntos abordarán los diferentes tipos de restricciones que se encuentran:

- **Restricciones Físicas:** Las diferencias en el rendimiento pueden surgir de elementos concretos del sistema y representan un obstáculo en el proceso, lo que resulta en un menor flujo de productos de lo esperado. Estas variaciones pueden ocurrir en al menos tres áreas: la materia prima, el proceso en sí mismo y el mercado.
- **Restricciones de Materia Prima:** Estas limitaciones engloban la escasez o déficit de materias primas, ya sea a corto o largo plazo, o en cuanto a uno o varios ingredientes necesarios para el desarrollo de productos.

- Restricciones de la demanda: Cuando la demanda actual del mercado tiene un costo inferior a la producción.
- Restricciones del Proceso: Las limitaciones físicas en el proceso pueden deberse a la capacidad de producción de los recursos, ya sea uno o un pequeño grupo de ellos. Las limitaciones también pueden surgir del trabajo inadecuado de una o varias máquinas que no están produciendo al nivel esperado en la línea de producción.
- **Restricciones de Políticas:** En estos casos, la limitación del sistema surge del establecimiento de comportamientos empresariales que se basan en "indicadores de productividad" tradicionales basados en información contable de costos, lo que resulta en resultados negativos.

1.3.4. Principios de la Teoría de Restricciones

El concepto principal detrás de TOC es que los cuellos de botella deben programarse para maximizar su producción de servicios o productos, sin dejar de cumplir con las fechas de finalización prometidas (Flynn, 2020).

- La maximización debe centrarse en el equilibrio más que en el equilibrio de la capacidad.
- Las restricciones son las que gobiernan los inventarios y las ganancias de la empresa
- Se debe introducir en el sistema solo con la frecuencia que los cuellos de botella necesitan.
- Reservar el flujo balanceado
- El nivel de un recurso que sea restrictivo será determinado por la restricción del sistema y no por su propio potencial
- Una hora perdida por un recurso que no sea considerado una restricción es considerada como una hora perdida para todo el sistema.

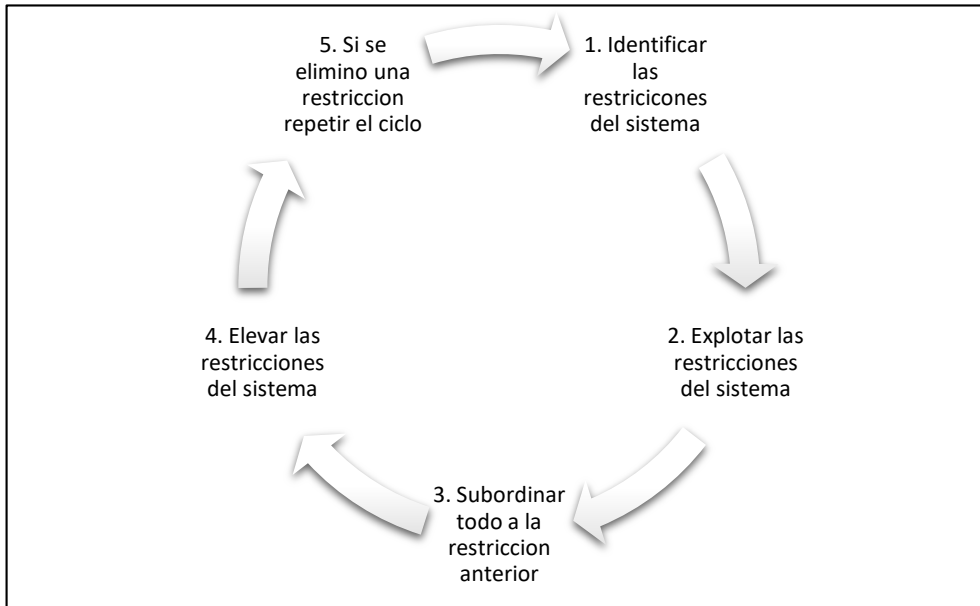
1.3.5. Identificación de las Restricciones

Los cuellos de botella, también conocidos como restricciones, constituyen la base de la programación utilizando la capacidad máxima del sistema de producción. Todos los sistemas de producción tienen cuellos de botella que ralentizan el proceso, causando

pérdidas para sus administradores. En respuesta, la teoría de las restricciones tiene cinco pasos para identificarlas y abordarlas (Cardenas, 2022).

Figura 8:

Pasos de la teoría de restricciones



Nota: Elaboración propia

1.4. Optimización de la Cadena de suministro

En la actualidad, la optimización de la cadena de suministro ha ganado protagonismo dentro de las empresas debido a su importancia en la integración de eslabones. Debe abarcar todos los procesos necesarios para el producto o servicio final, permitiendo a las empresas lograr una mayor eficiencia en la gestión de los recursos que repercute directamente en sus resultados (Chopra, 2020).

Comprender todas las actividades involucradas en la gestión de la cadena de suministro permite identificar oportunidades de mejora y centrarse en soluciones de optimización de costos y procedimientos. La gestión de la cadena de suministro, la sincronización de los procesos de una empresa con proveedores y clientes para alinear el flujo de materiales, servicios e información con la demanda, es una habilidad crucial en la mayoría de las organizaciones. (Mendoza, 2020)

El objetivo de la cadena de suministro es la integración de actividades para el abastecimiento de materias primas y servicios. Con la finalidad de construir una cadena de proveedores que se centre en maximizar el valor para el cliente final y mejorar la

competitividad de la organización; Es aquí donde los parámetros de estrategia y desempeño adquieren el papel de un plan estratégico dentro de la gestión de abastecimiento, considerando que el desarrollo de un plan estratégico requiere planificación e investigación del entorno en el que opera una empresa (Galvis, 2021).

1.5. Tiempo y su relación con la optimización de procesos

La productividad es crucial para cualquier industria, y la forma en que se gestiona es de gran importancia para los responsables. Es necesario utilizar técnicas que optimicen el proceso, ya que los cuellos de botella en la línea de producción provocan retrasos que repercuten directamente en los índices de productividad.

El estudio del tiempo se originó en el siglo XVII con Perronet, un italiano de 70 años. Esta técnica se aplica para determinar el tiempo que se tarda en realizar una operación, utilizando como guía un parámetro o norma establecida para tomar decisiones a la hora de optimizar un proceso.

Para (Avendaño Prieto, 2019), optimizar un proceso implica evaluar y comparar opciones desde distintas perspectivas, con un enfoque económico especialmente relevante en entornos empresariales e industriales. Antes de aplicar la optimización a gran escala, es necesario realizar un análisis minucioso de las tareas del sistema, proponiendo y aplicando métodos específicos para cada una.

Por último, se reúnen los elementos y datos esenciales del sistema en conceptos precisos y claros, el tiempo es un recurso valioso y limitado, especialmente en el ámbito empresarial. La optimización de procesos implica hacerlos más eficientes y efectivos, cosa que ayuda en:

- Identificar las ineficiencias: Analizar el tiempo dedicado a cada etapa de un proceso ayuda a encontrar cuellos de botella, tareas redundantes o puntos de desperdicio de recursos.
- Establecer metas realistas: Conocer el tiempo real que toma ejecutar un proceso facilita fijar metas de mejora alcanzables y medibles en términos de reducción de tiempo.
- Priorizar tareas: Al comprender cuánto tiempo consume cada actividad, se pueden priorizar las más críticas para el éxito del proceso y optimizar su flujo.

- **Automatizar tareas:** Identificar tareas repetitivas y que consumen mucho tiempo, abre la puerta a la automatización, permitiendo a los empleados concentrarse en labores estratégicas.
- **Mejora continua:** Monitorizar constantemente el tiempo dedicado a un proceso permite evaluar la efectividad de las mejoras implementadas y ajustar la estrategia de optimización.

Los beneficios de la optimización del tiempo en los procesos:

- **Reducción de costos:** Menos tiempo dedicado a un proceso se traduce en un menor uso de recursos y, por ende, en la reducción de costos operativos.
- **Mayor productividad:** La optimización del tiempo permite a los equipos completar más tareas en menos tiempo, mejorando la productividad en general.
- **Entregas más rápidas:** Procesos más eficientes implican entregas más rápidas a los clientes, aumentando su satisfacción y fidelidad.
- **Mayor competitividad:** Las empresas que optimizan sus procesos y tiempos de respuesta obtienen una ventaja competitiva en el mercado.
- **Mejor clima laboral:** Al optimizar procesos y eliminar tareas innecesarias, se reduce la carga de trabajo de los empleados, mejorando su motivación y satisfacción laboral. En resumen, el tiempo es un elemento crucial en la optimización de procesos. Gestionarlo de manera estratégica, analizando y utilizando el tiempo para impulsar la eficiencia, es clave para alcanzar el éxito en un entorno empresarial cada vez más competitivo.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

A partir de las definiciones teóricas de autores anteriores, se ha determinado cómo la teoría de las restricciones influye en los tiempos de producción y en la planificación, lo que en última instancia resulta en una producción deficiente.

Según Cañedo González, (2023), su investigación tiene como objetivo recopilar información importante y relevante para complementar y ampliar el conocimiento personal.

2.1. Enfoque de investigación

La investigación científica actual se basó en las herramientas mencionadas anteriormente en (Capítulo 1 - Estado del Arte), la cual permitió cuantificar el grado de pertinencia de la información relacionada con el estudio, en el que se determinó el enfoque metodológico correspondiente a la investigación. Este enfoque está guiado por procesos sistemáticos y debidamente ordenados que siguen una secuencia lógica para lograr resultados favorables en función del problema planteado. Se centra en la investigación de campo, que también tiene un enfoque cuantitativo. Para la recolección de datos, se utilizan una variedad de estrategias, lo que permite al investigador obtener resultados más detallados y exhaustivos.

2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación se refiere al plan o estrategia que se llevará a cabo para obtener datos, los estudios que se realizan sin manipular las variables, y solo analiza los eventos que ocurren en su entorno. Con base en lo anterior, se determinó que el trabajo de investigación se encuadra en un tipo no experimental. Además, considerando que un estudio transversal se caracteriza por analizar datos recolectados durante un período de tiempo específico, la investigación se orienta hacia un diseño descriptivo correlacional. Su objetivo es profundizar en la conceptualización de las variables dependientes e independientes y establecer la relación entre estas dos variables.

- **Diseño Descriptivo.** El comportamiento de los fenómenos se registra para su análisis e interpretación. Se analiza el impacto de las variables involucradas

(Teoría de Restricciones y Optimización en la cadena de suministro) con el fin de describir las características sobresalientes de las actividades.

- **Diseño Correlacional.** Se utiliza en los procesos estadísticos con el objetivo de proporcionar mejor los resultados de la investigación. Define el grado de relación entre las dos variables involucradas, utilizando el tipo de estudio como evidencia de la posibilidad de adaptar una herramienta que permite la optimización de procesos en Fhisachi S.A.

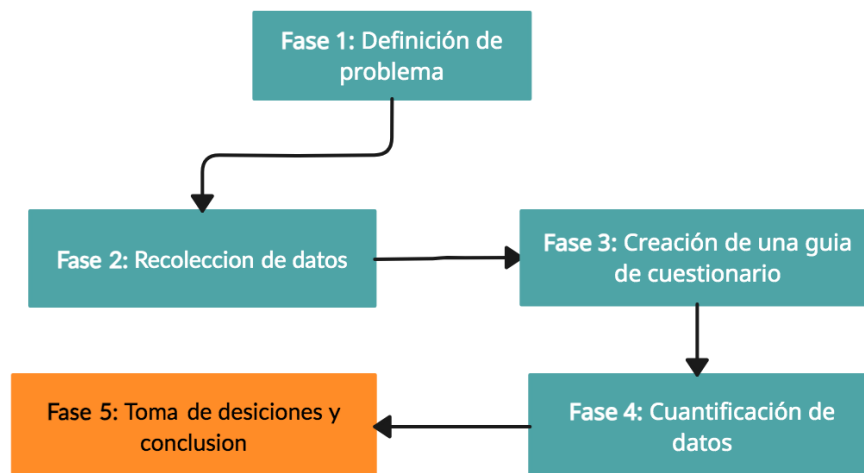
En términos generales, no consideramos que un tipo de investigación y sus consecuentes diseños sean mejores que el otro (experimental versus no experimental). Ya que ambos son relevantes y necesarios, ya que tienen su propio valor. Cada uno tiene sus propias características, y la decisión sobre el tipo de investigación y el diseño específico que elegimos o desarrollamos depende del planteamiento del problema, el alcance del estudio y las hipótesis formuladas. (Ansolabehere, 2024).

2.3. Procedimiento metodológico

Para el desarrollo de un correcto proceso metodológico, el presente trabajo tiene su base en el estudio realizado por Bernabé, (Bernabé, 2023), en el que se realiza la optimización de procesos haciendo uso de la teoría de restricciones, y la secuencia para la formulación de dicha herramienta.

Figura 9:

Planificación del proceso metodológico



Nota: Elaborado por el autor

Etapa 1: En la primera etapa se realizó la identificación del problema que se encuentra presente en la línea de producción, disminuyendo en el tiempo de productividad, así como en la insatisfacción del cliente, el cual está generado 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, los datos fueron recolectados a través de una encuesta realizada a empleados involucrados en el área de producción de la empresa. Este cuestionario fue evaluado por expertos.

Etapa 3: La resolución de optimización se llevó a cabo, teniendo en cuenta los cuellos de botella identificados por la teoría de restricciones, con el fin de abordarlos y alcanzar niveles óptimos de producción. Esto permitirá a la empresa tener una presencia más fuerte en el mercado y satisfacer las necesidades de sus clientes.

Etapa 4: Con los resultados arrojados 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 producción, disminución en el tiempo de productividad, así como en la insatisfacción del cliente, además de la mala planificación con la que se tiene que enfrentar frecuentemente, el área de productiva, esta problemática fue planteada al inicio de la investigación.

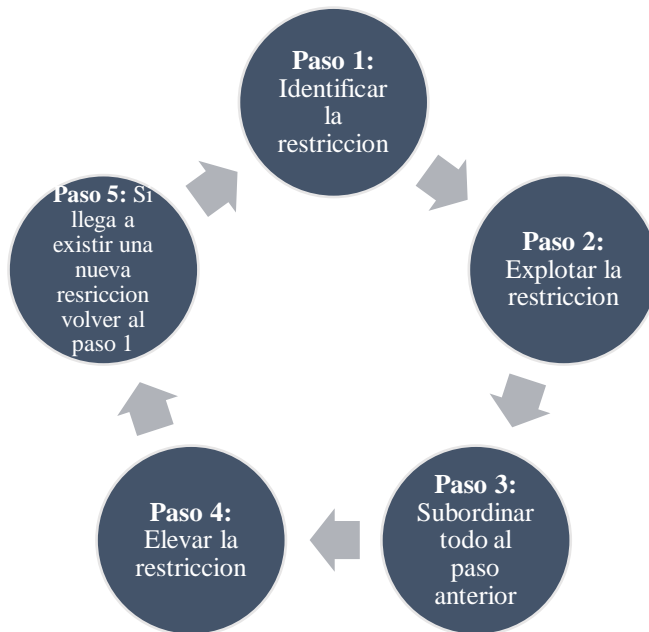
Etapa 5: La solución proporcionada de optimización está siendo evaluada para asegurar que cumple con las necesidades de los problemas actuales de la empresa. Además, se está evaluando la facilidad y flexibilidad de implementar mejoras en el sistema de producción en comparación con los beneficios que se obtendrán de su implementación.

Esta investigación también utilizó la metodología de la teoría de las restricciones, comúnmente utilizada por las organizaciones manufactureras para identificar y posteriormente abordar problemas en el proceso de producción (Huanca, 2020).

Desde la perspectiva de la aplicación de la Teoría de las Restricciones en la industria, permite optimizar los tiempos de producción para entregar un producto a tiempo. Su creador, Eli Goldratt, permite la identificación de deficiencias o cuellos de botella a través de 5 pasos:

Figura 10:

Pasos de la teoría de restricciones



Nota: Elaboración propia

2.4. Población y muestra en la línea de producción

La población es un proceso utilizado en la investigación que tiene como objetivo estudiar la totalidad de un universo poblacional, como lo menciona Zarembeg, (2023), en su trabajo investigativo. En este estudio en particular, la población consiste en el departamento de producción, y es necesario realizar una encuesta sobre los empleados involucrados en la línea de producción. Esta herramienta no es probabilística, ya que se centra únicamente en el área de producción donde se realizará el análisis. (Tabla 4)

Tabla 4:

Distribución del personal de producción

ÁREA	NUMERO DE OPERADOR
Operador de control	2
Operador de fabricación	2
Abastecedor de agua	3
Operario de cámara	3
Operario de triturador	2
Operador de carga	3
Total	15

Nota: Elaboración propia

A la hora de elegir un método, técnicas e instrumentos, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La metodología utilizada en la recolección de datos debe alinearse con el marco conceptual desarrollado en el estudio.
- La creatividad es necesaria a la hora de diseñar el método a utilizar para seleccionar las técnicas e instrumentos más adecuados para la recogida de información.
- Fuentes de información: Primaria y Secundaria.

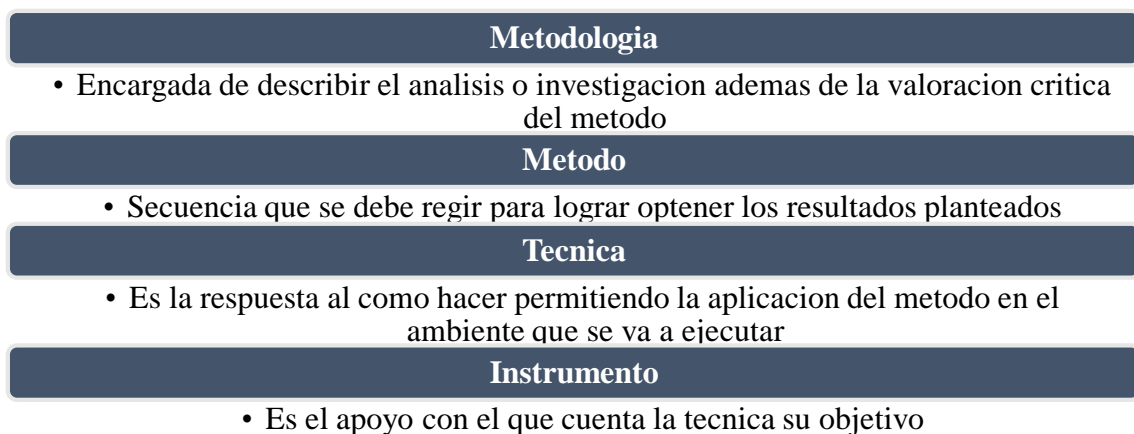
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

(Sánchez Martínez, 2022), señala que la recopilación de datos es esencial en cualquier tipo de investigación, ya sea cuantitativa, cualitativa o mixta, con el fin de brindar al investigador la información necesaria para abordar sus preguntas de investigación. En la actualidad, existen numerosas técnicas, como entrevistas, encuestas y análisis de contenido, que se utilizan para lograr este objetivo.

Al adaptarse al concepto de (Martínez, 2022), el autor menciona que existen varios métodos de indagación a la hora de realizar investigaciones, desde los más antiguos hasta los más recientes con el advenimiento de la tecnología y las computadoras. El autor del libro describe cuatro criterios metodológicos efectivos para llevar a cabo una investigación adecuada, con cuatro criterios a considerar (Figura 11).

Figura 11:

Criterios metodológicos



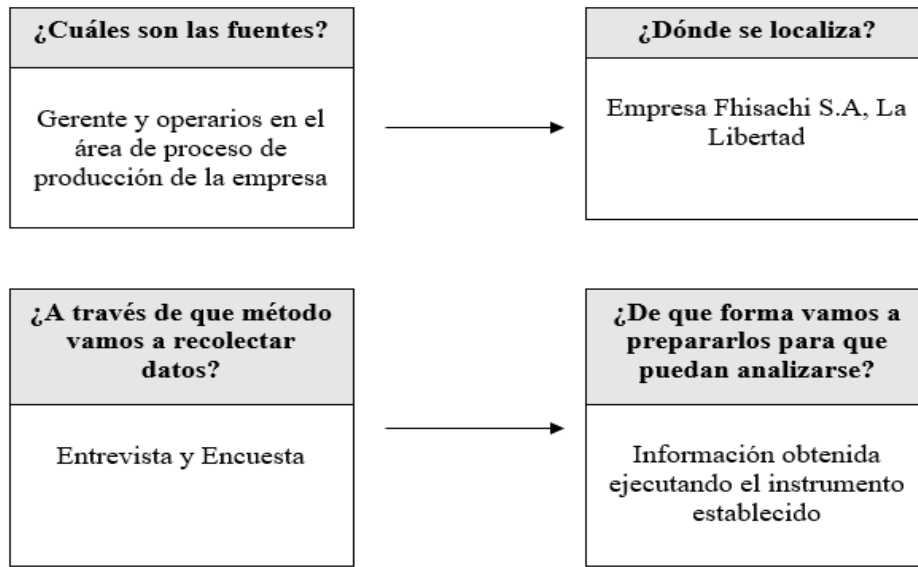
Nota: Elaboración propia

2.5.1 Método de recolección de los datos

Para, esta tarea, procedemos a desarrollar un plan detallado que describe los procedimientos para recopilar datos específicos (Figura 12).

Figura 12:

Plan de recolección de datos



Nota: Elaboración propia

2.5.2 Técnicas de recolección de los datos

Para (Zaremborg, 2023), toda investigación requiere la recopilación de datos, por lo que este es un paso crucial para recopilar información con éxito. El investigador debe proceder de manera adecuada, empleando el método que mejor se adapte al trabajo investigativo.

- Técnica de entrevista. La información directa se obtiene del entrevistado. Esto se aplica al gerente de la empresa con el fin de observar las diferentes percepciones y realidades desde el punto de vista del informante.
- Técnica de la encuesta. Se trata de una conversación entre el investigador y el informante, y este protocolo es establecido y la información recopilada puede ser de forma oral o escrita. Este método se utilizará con los operarios que trabajan en el área de procesos de producción, ya que sus opiniones son cruciales para comprender la situación actual de la empresa.

2.5.3. Instrumento de recolección de datos

Zaremborg, (2023), afirma que la recopilación adecuada de datos es esencial para el éxito de cualquier investigación, ya que prepara el escenario para la obtención de resultados. Los instrumentos utilizados están diseñados para crear escenarios medibles para la realización de mediciones. Con el fin de recabar información actualizada sobre la empresa, se realizó una encuesta entre los trabajadores involucrados en el proceso productivo. El cuestionario contenía preguntas relacionadas con la variable independiente (Optimización de la cadena de suministro) y la variable dependiente (Teoría de las restricciones) con el objetivo de obtener datos para comprender el estado actual de la empresa, así como una matriz de tiempo para registrar las respuestas del proceso productivo.

2.6 Variables y Operación

Para Villavicencio Caparó, (2020), comenta que la operacionalización de variables tiene como objetivo enlistar cada uno de las propiedades que se encuentran presentes en la investigación a estas características se las trata como indicadores, y estos 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 expuesto anteriormente, se establece las variables del estudio

- **VI:** Teoría de Restricciones
- **VD:** Optimización de la cadena de suministro

2.6.1 Operacionalización de las variables

Tabla 5:

Operacionalización de variable independiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos	
VI: Aplicación de la Teoría de Restricciones	Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas objetivamente con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría de calidad. Sotelo Asef, Jesús Guillermo. (2018).	La auditoría de calidad es un proceso sistémico, llevado a cabo por un profesional independiente, con el objetivo de buscar evidencias suficientes para determinar cómo se gestiona los procesos productivos para lograr una satisfacción del cliente y la mejora continua en la organización. (Solano-Cruz, 2021)	D 1: Identificación de restricciones	I1: Numero de cuellos de botella detectados I3: Restricciones de capacidad	I2: Frecuencia de problemas identificados I4: Restricciones de inventario	Observación directa, entrevista Cuestionario, lista de verificación (Charlys)
			D 2: Priorización de restricciones	I1: Impacto de costos I3: Impacto en el flujo de trabajo	I2: Impacto de tiempos I4: Impacto en la satisfacción del cliente	Análisis de datos, sin invasiones y simulaciones (ensayos, software análisis de datos) I1:
			D 3: Soluciones propuestas	I1: Propuestas de mejora en recursos I3: Propuesta de mejora en inventario	I2: Propuestas de mejora en procesos I4: Propuesta de tiempo	Reuniones de trabajo y las simulaciones Informe técnico, los softwares de simulaciones
			D 4: Implementación de soluciones	I1: Porcentaje de implementación de solución I3: Resultado en optimización de tiempo	I2: Reducción de cuello de botella I4: Resultado en costos	
			D 5: Monitoreo de la mejora continua	I1: Numero de restricciones resueltas I3: Tiempo de respuesta a nuevos problemas	I2: Eficiencia de nuevos procesos I4: Nivel de mejora alcanzado	Análisis de resultado Análisis de resultados a base de las encuestas y gráficos de control

Nota: Elaboración del propia

Tabla 6:

Operacionalización de variable dependiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Técnicas e instrumentos	
VD: Optimizar la cadena de suministro en la empresa Fhisachi S.A.	Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas objetivamente con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría de calidad. Sotelo Asef, Jesús Guillermo. (2018).	La auditoría de calidad es un proceso sistémico, llevado a cabo por un profesional independiente, con el objetivo de buscar evidencias suficientes para determinar cómo se gestiona los procesos productivos para lograr una satisfacción del cliente y la mejora continua en la organización. (Solano-Cruz, 2021)	D 1: Reducción de costos operativos	I1: Disminución en costos operativos I3: Reducción de costos de inventarios	I2: Ahorros en transportes I4: Reducción de costos en producción	Análisis Financiero, análisis de costos	Software financiero, reportes contables
			D 2. Mejora en tiempos de entrega	I1: Reducción de tiempos de procesamiento I3: Reducción en tiempo de espera	I2: Mejora en tiempos de transporte I4: Cumplimiento de plazos	Análisis de tiempo y movimiento, simulaciones	Software, cronometro
			D 3. Deficiencia operativa	I1: Aumento en el uso de recurso I3: Automatización de proceso	I2: Optimización de inventario I4: Sincronización de actividades	Evaluación de procesos, simulaciones	Cuestionarios, software de gestión de inventarios
			D 4. Mejora en la calidad del servicio	I1: Satisfacción de cliente I3: Calidad del producto final	I2: Cumplimiento de especificaciones I4: Mejora en la atención al cliente	Encuestas, entrevistas	Cuestionarios, satisfacción del cliente
			D5. Flexibilidad en las operaciones	I1: Adaptabilidad a cambios en la demanda I3: Respuesta rápida a cambios	I2: Flexibilidad en la producción I4: Diversificación de productos	Análisis de mercado, entrevistas	Informe de mercado, encuestas

Nota: Elaboración del propia

2.7. Plan de análisis e interpretación de resultados

Para lograr el primer objetivo, se realizó una revisión científica a través de un meta-análisis correlacional, con el fin de obtener una lista de los diferentes aspectos relacionados con los índices de restricciones de la cadena de suministro con el fin de observar la aplicación de la metodología de la Teoría de las Restricciones.

Posteriormente, el segundo objetivo se vincula con el procedimiento metodológico para la recolección de datos, dando como resultado el desarrollo de una propuesta metodológica. Finalmente, se establecen las técnicas de recolección de datos y utilización de instrumentos, verificación de validez, así como análisis de datos utilizando el software SPSS-25 y la aplicación KR20. Los resultados se presentan a través de cuadros estadísticos, detallando cada ítem de forma clara y precisa (Molina Molina, 2024). Este resumen tiene como objetivo proporcionar una explicación más clara de las acciones dentro de los procesos de investigación (Tabla 6).

Tabla 7:

Plan de análisis e interpretación de resultados

N°	Objetivo	Acciones	Instrumentos	Resultados esperados
1	Desarrollar el estado del arte, a través del meta-análisis correlacional, para el soporte de las variables a investigar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión bibliográfica mediante el método de revisión literaria sistemática 2. Conceptualización de las variables y elementos clave 3. Estudio de la estandarización de procesos y niveles de productividad 	Revisión literaria sistemática	<p>Artículos científicos que sustenten las variables de investigación</p> <p>Identificación de las metodologías a utilizar</p> <p>Factores en que influyen la cadena de suministro</p>
2	Construir un marco metodológico, por procedimientos investigativos, para la aplicación de la Teoría de Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el diseño y enfoque de la investigación. 2. Identificación de los instrumentos para la recolección de datos. 3. Elaborar la encuesta para la recolección de datos en empresa Fhisachi S.A. 	<p>Validación de la técnica para la recolección de datos</p> <p>Encuesta</p> <p>Cuestionario</p>	<p>Determinación de la población y muestra</p> <p>Plan de validación de instrumentos</p> <p>Desenlace de la metodología propuesta</p>
3	Elaborar una propuesta de mejora aplicando la Teoría de Restricción, para la optimización de la cadena de suministro	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación de las técnicas e instrumentos de recolección de datos por su fiabilidad. 2. Aplicación del Software IBM SPSS Statistics 25 para la autenticidad de los datos. 3. Análisis de resultados y elaboración de propuesta de mejora. 	<p>Software IBM SPSS Statistics 25</p> <p>Software estadístico</p> <p>Encuesta</p>	Exposición de los datos haciendo uso de una matriz estadística

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de Resultado

El análisis de los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada al talento humano que labora en el área de producción de la empresa Fhisachi S.A. tiene como objeto principal conocer en primera instancia la situación actual de los procesos que se desarrollan en la misma, para posteriormente con la aplicación de la metodología (teoría de las restricciones) optimizar la cadena de suministros y mejorar las condiciones de la empresa; las diversas áreas de la organización están proporcionalmente correlacionadas y muestran la realidad que atraviesa en la actualidad, lo cual permite comprender con precisión cada uno de los procedimientos y métodos aplicados en el proceso productivo.

Se establece además que para la demostración de la validez y confiabilidad a través de la recolección y análisis de datos se aplica la metodología de Kuder-Richardson (KR-20) y una correlación de Spearman del software IBM-SPSS Statistics 25, el mismo que se empleó para validar la hipótesis en esta investigación.

3.1.1. Validación de instrumentos.

Fase 1: Recoger la opinión de expertos

Para esta etapa, la encuesta se evaluó utilizando una escala de colores. En la evaluación participaron cuatro ingenieros con más de cinco años de experiencia en su puesto. Calificaron individualmente la encuesta pregunta por pregunta, en función de sus criterios de experiencia. Las calificaciones de los expertos se encuentran en el Anexo 10-13.

Fase 2: Tratamiento de datos

En esta etapa se construyó una matriz con las respuestas de los expertos; donde, las filas contienen elementos relacionados con el problema y las columnas representan a los expertos que participaron en el estudio. La imagen del mosaico mostró una imagen real para comprender mejor la información cualitativa, lo que permitió una observación más exhaustiva de la perspectiva de cada experto sobre el tema en cuestión.

Fase 3: Discusión de los resultados

En la última etapa, se realizó un análisis integral de las filas, teniendo en cuenta que las posiciones más altas son para los ítems con mayor calificación (votos más favorables), lo que permite una observación más detallada del valor asignado para cada ítem. A continuación, se realizó un análisis de columna de los resultados para evaluar las opiniones de cada uno de los expertos involucrados en el estudio y determinar su postura sobre el tema actual.

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

Luego de realizar la recolección de datos a través de una encuesta a empleados del departamento de producción de Fhisachi S.A., se agrupa la información relevante de acuerdo con los objetivos, variables e hipótesis propuestos. Los datos resultantes se presentan como una muestra formada por los empleados del departamento de producción Tabla 8, en el (Anexo 1), el gráfico de barras para cada una de las preguntas es claramente evidente:

Tabla 8

Resultado de la encuesta realizada a los colaboradores

Ítem	Respuesta	Ítem	Respuesta
P-1	En este apartado, los encuestados contestaron asertivamente en un 56%, mientras que el 44% no opina lo mismo	P-6	Este cuestionamiento obtuvo un 65% a favor de la existencia de una estructura eficaz, el 35% no coincide con esto
P-2	Sobre este cuestionamiento el 64% de los encuestados respondió, de manera afirmativa, el 36% restante lo contrario	P-7	Los implicados manifestaron con un 67% que, si han sido perfeccionados los costos, el 33% manifestó que posee una postura distinta
P-3	El 60% de los encuestados contestaron positivamente, el 40% restante contestó negativamente	P-8	En esta ocasión los implicados manifestaron con un 54% que, si se han establecidos estrategias, mientras el 46% manifestó que no
P-4	El 75% de los encuestados contestaron que, si existen detenciones, mientras que el 25% manifestó que no	P-9	El 55% de los encuestados mencionaron que, si se logró mitigar el tiempo de procesamiento, por otra parte, el 45% manifestó que no
P-5	El 76% de los colaboradores se expresó positivamente sobre este ítem, el 24% optó por decir que no.	P-10	El 62% de los encuestados manifestó que, si existen estrategias para disminuir, mientras que el 38% pronunció en discordancia

Nota: Esta tabla muestra la percepción que tiene el talento humano de la empresa en cuanto a los procesos de producción.

3.1.3 Análisis de fiabilidad Kuder Richardson (KR20)

Este método es adecuado para elementos dicotómicos. Para evaluar la fiabilidad de los datos de la encuesta, se calcula el coeficiente de Kuder Richardson, según

(Setyaedhi, 2024), considerar la consistencia interna si oscila entre 0,70 y 0,90 es aceptable.

$$\begin{aligned} \sum p * q &= 2,17 \\ \sigma^2 &= 11,17 \\ k &= 10 \\ r_{15} &= \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(1 - \frac{\sum p * q}{\sigma^2}\right) \\ \left(\frac{k}{k-1}\right) &= \frac{10}{10-1} = 1,1 \\ \left(1 - \frac{\sum p * q}{\sigma^2}\right) &= 1 - \frac{2,17}{11,17} = \\ r_{15} &= (1,1) (0,81) \\ &= 0,90 \end{aligned}$$

El resultado de la aplicación concluye en 0,90, interpretando la fiabilidad de la información como factible, según lo detalla la Tabla 9.

Tabla 9

Intervalos KR-20

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. La tabla muestra la interpretación de los niveles de fiabilidad, de acuerdo con cada intervalo.

3.1.4. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis nula

Ho: La aplicación de la teoría de restricciones no influye en la optimización de la cadena de suministro de la empresa Fhisachi S.A.

Hipótesis alterna

Ha: La aplicación de la teoría de restricciones influye en la optimización de la cadena de suministro de la empresa Fhisachi S.A.

3.2 Correlación de las variables

Se plantea la correlación de Spearman Tabla 10. debido a que la población es menor a 30 lo que está por debajo de lo referido.

Tabla 10

Verificación de hipótesis

Correlaciones			
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,706**
	Sig. (bilateral)		<,003
	N	15	15
VD	Correlación de Pearson	,706**	1
	Sig. (bilateral)	<,003	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Nota: La tabla se obtuvo a través del proceso de correlación aplicado mediante el sistema IBM SPSS Statistics

La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

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 los 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 ($p = 0.706$) ante esto, se acepta la hipótesis alterna y, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula.

3.3. Descripción de la empresa

Figura 13

Logo de la empresa



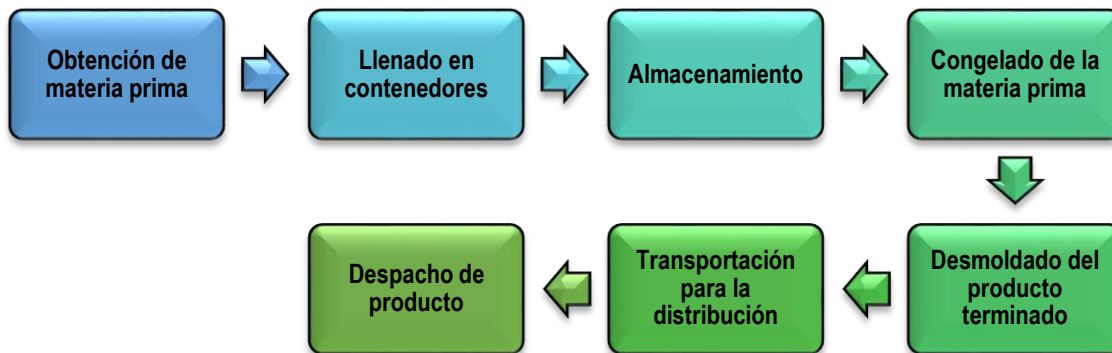
Nota: Tomado de *Empresa FHSACHI S.A*, Fhisachi S.A., 2010, logo de la empresa, archivos de la empresa.

La empresa Fhisachi S.A., tiene como actividad económica la producción y la fabricación de bloques de hielo, haciendo uso de las buenas prácticas empresariales, se encuentra ubicada en el Cantón la Libertad, provincia de Santa Elena, su prototipo de producto que se fabrica en la empresa son los hielos en barras o también conocidos como hielos en bloques.

El producto, hielo industrial en presentación de bloques de 50 kg, que en su mayoría es entregado al cliente como hielo triturado. Para su producción se requiere 24 horas de congelamiento. La mano de obra que se requiere en la empresa es para el área de producción, en la etapa de congelamiento realizando las actividades de llenado, baño maría, desmolde y despacho del producto en dos turnos de 12 h, es decir la empresa trabaja las 24 horas. Esta empresa cuenta con varios procesos para lograr transformar la materia prima en producto final, en la figura 14 se evidencia los distintos procesos realizados.

Figura 14

Descripción del proceso de producción de la empresa



Nota: basado en las versiones de los directivos y colaboradores, Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

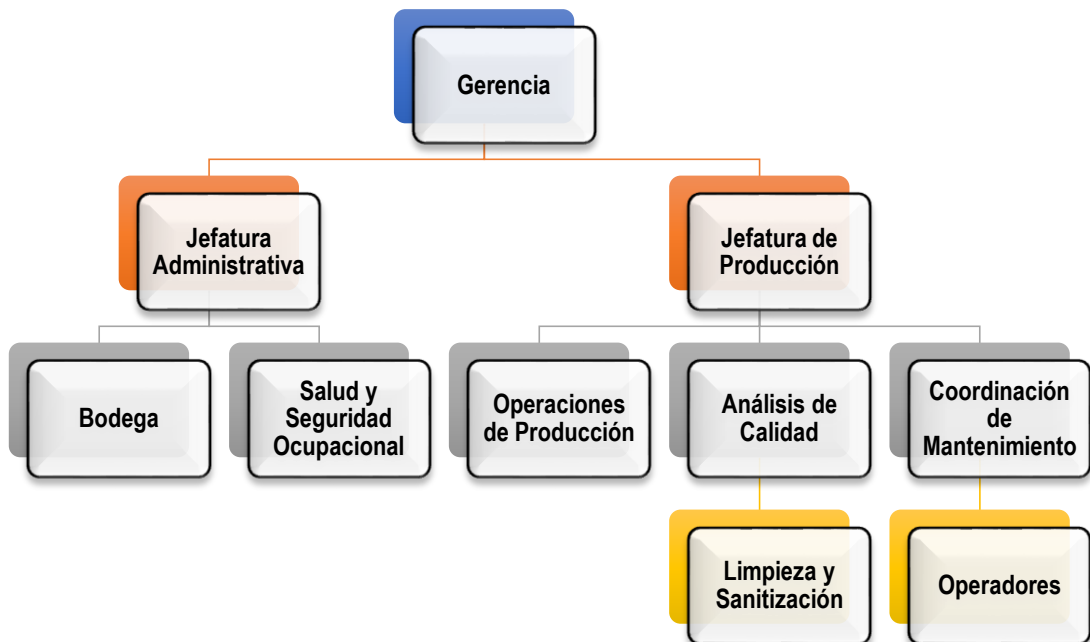
De acuerdo a los datos proporcionados por el estado del arte, también se pudo efectuar el uso de la técnica de observación directa donde se logró establecer los diferentes procesos que presenta la empresa Fhisachi S.A., en la Figura 14, en el cual se especifican los distintos pasos de la materia prima (agua) sea transformada en lo que, comúnmente, se conoce como bloque o marqueta de hielo.

3.3.1. Organización Estructural

La empresa Fhisachi S.A. se caracteriza por tener una estructura organizacional simple que muestra los diferentes niveles dentro de la empresa. Esto permite una identificación clara de los supervisores inmediatos en cada departamento, lo que permite un mejor control sobre las operaciones y una mayor eficiencia de la producción (Figura 15).

Figura 15

Estructura organizacional Fhisachi S.A.



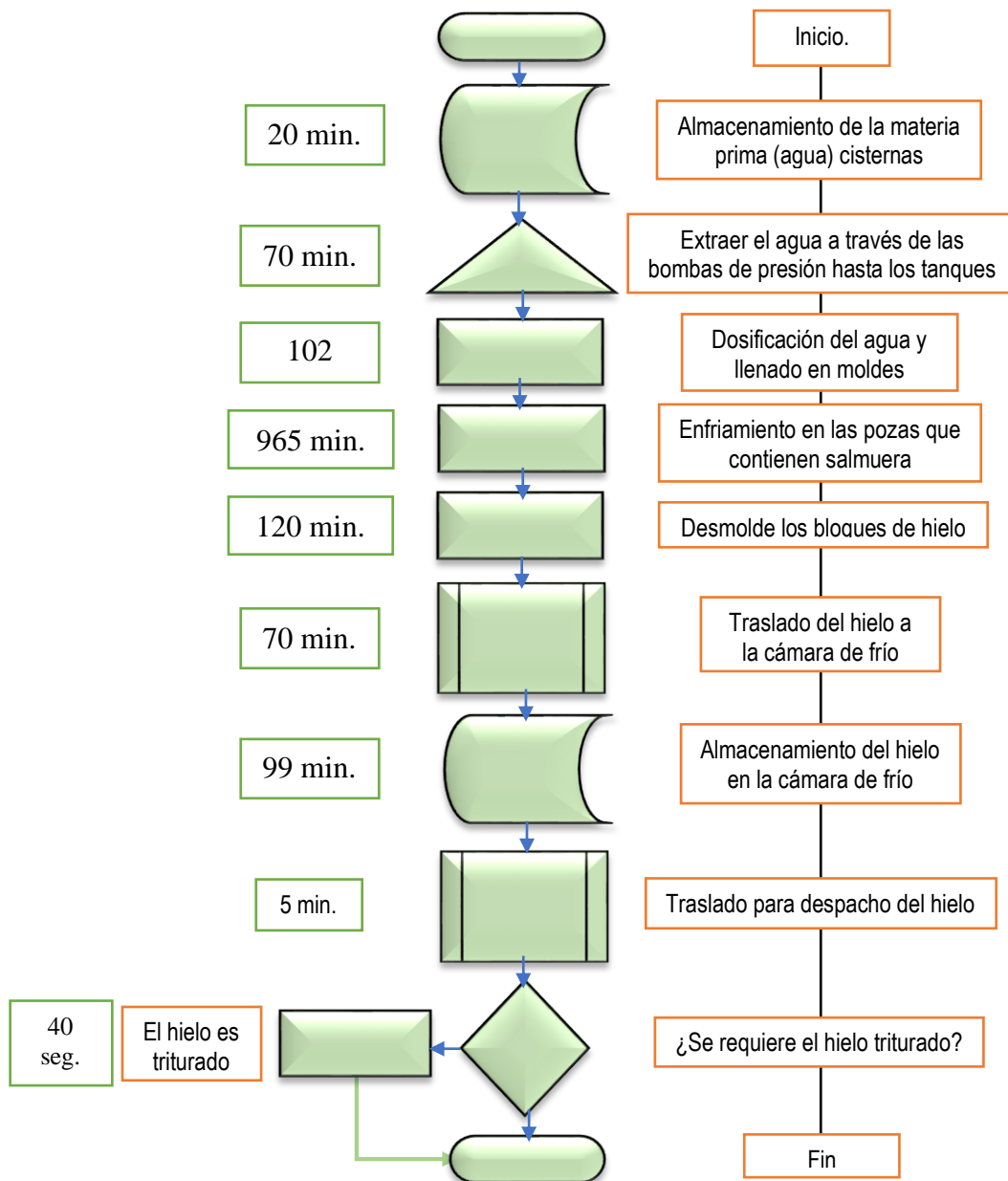
Nota: basado en las versiones de los directivos y colaboradores, Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

3.3.2. Situación actual de la empresa

La encuesta realizada a los empleados reveló que los involucrados en el área de producción o línea de proceso se enfrentan actualmente a complicaciones o restricciones en la línea de producción de Fhisachi S.A. Para abordar esto, se mapearon los procesos utilizando diagramas de flujo para comprender el viaje de las materias primas a los productos terminados e identificar la duración de cada proceso. (figura 16)

Figura 16

Flujo de la empresa Fhisachi S.A.



Nota: El gráfico muestra el flujo del proceso de producción de la empresa Fhisachi S.A. el mismo que tiene una duración de 1451 minutos con 40 segundos lo que equivale a 24 horas y 24 minutos para conseguir la entrega del producto final con un rango menor muy pequeño si no es triturado, Tomado de *Observación Directa, 2024, David Rivera.*

3.4. Descripción del sistema de producción

3.4.1 Producto

La empresa Fhisachi S.A., produce hielos en bloques y tiene como materia prima principal agua potable, la misma que es almacenada en cisternas para posteriormente ser conducida hacia los tanques que a través de las tuberías correspondientes distribuirán el agua hacia los moldes. El agua ingresa a un molda rectangular de 20x40x50 cm de altura, es transportada y sumergida en la poza de congelamiento, donde se congela a -5°C , esta contiene agua con salmuera (20°Be y 80% de salinidad), y serpentines por los que circula amoniaco a 99% de concentración, y luego de a 18 a 24 h (de acuerdo con la producción) es retirada para su molde y despacho. Este producto es de forma rectangular, sin embargo, se puede entregar triturado, debido a que los clientes de la industria pesquera lo requieren de esa manera, por lo que la fábrica de hielo luego del desmolde de estos bloques los tritura para pasarlos directamente al camión frigorífico que transportara el hielo a su destino final.

Figura 17

Ficha técnica

Ficha Técnica		
	Producto: Hielo Industrial - Marqueta	
	Materia Prima: Agua Potable	
	Insumos: Refrigerante (Amoniaco R717) cloruro de sodio o NaCl	
	Características Generales	
	Largo	40 cm
Ancho	20 cm	
Peso	50 kg	
Forma	Rectangular	
Color	Incoloro	
Olor	Inodoro	
Aspecto	Transparente	
Descripción: Hielo para uso exclusivo de congelamiento de productos o para cámara frigoríficas.		

Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

3.4.2. Materiales e insumos

2.4.2.1. Materia prima

La materia prima para la producción de las barras de hielo, es agua potable la misma que es almacenada en cisternas, además de otra proporción que se almacena temporalmente en un tanque elevado de $100 m^3$, para posteriormente a través de tubos proceder al llenado de los moldes con agua.

En la tabla 11, se muestra el tiempo en que se demora llenar el tanque dispensador, que se utiliza para llenar 1 tanque, además el tiempo en que se demora en llenar los moldes, para poder obtener cuantos litros de utiliza en 1 hora.

Tabla 11:

Tiempo para llenado d tanque dispensador y llenado de moldes

Cantidad	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
1	Llenado del tanque	5,56	Llenado de molde	2,08
2	Llenado del tanque	5,3	Llenado de molde	1,383
3	Llenado del tanque	5,83	Llenado de molde	1,76
4	Llenado del tanque	5,5	Llenado de molde	3,89
5	Llenado del tanque	5,71	Llenado de molde	3,56
6	Llenado del tanque	5,9	Llenado de molde	4
	Total	33,8	Total	16,67

Nota: Elaboración propia

La tabla 11, muestra el tiempo total para llenar 6 tanques de agua, en donde se incluye el tiempo que se llena el tanque es 39,8 min y de vaciado que es de 16,67 min, sin embargo, por la falta de inspección y control de esta actividad de llenado, se desborda una cantidad de agua considerable por lo que se considera 1 tanque más, por lo tanto, el consumo de agua es de 7 t/hora.

3.4.2.2. Insumos

Mano de obra

La mano de obra directa que posee la empresa es de 7 operario entre turno mañana y noche, que se encarga de desmolde, llenado, verificación, baño maría y despacho de las barras de hielo en las pozas de enfriamiento, así mismo de limpieza del área de trabajo.

Todo personal de producción, tiene un método de trabajo empírico, quiere decir que aprendió con la experiencia y practica del trabajo del día a día.

El personal de mantenimiento que posee la empresa es calificado, ya que se encarga de realizar un mantenimiento correctivo, dar soluciones para continuar con la producción, en caso de un mantenimiento más especializado se requiere de un servicio tercerizado.

Financieros

Costos de materia prima: El costo de las materias primas se calcula como el 15% de todas las compras, ya que una parte se utiliza para el mantenimiento de la cisterna donde se almacena el agua.

Tabla 12

Costo de materia durante el periodo 2024

Mes	Compras (\$)	15% de MP (\$)
Enero	\$ 17.873,00	\$ 2.680,95
Febrero	\$ 12.133,00	\$ 1.819,95
Marzo	\$ 15.155,00	\$ 2.273,25
Abril	\$ 12.654,00	\$ 1.898,10
Mayo	\$ 14.934,12	\$ 2.240,12
Junio	\$ 23.263,69	\$ 3.489,55
Julio	\$ 20.227,93	\$ 3.034,19
TOTAL	\$ 116.240,74	\$ 17.436,11

Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

Como se puede observar en la tabla 12, los costos de materia prima no exceden los \$ 17.436,11 costo considerablemente bajo, ya que la empresa solo requiere de materia prima agua, en grandes cantidades.

Costo de materiales: El precio por botella de amoniaco es de \$240, respecto a la sal, el precio unitario es de \$2,40.

3.4.2.3. Herramientas y maquinas




En la Tabla 13, se presentan las herramientas utilizadas durante la etapa de congelamiento, mientras que la Tabla 20, detalla la maquinaria empleada en la empresa. Entre las herramientas más relevantes en la etapa de congelación se encuentran los

moldes, que contienen el producto final, las pinzas para extraer y transportar el producto a la máquina trituradora, y la manguera para el llenado del baño maría.

La Tabla 13, proporciona información general de cada uno de los equipos utilizados en la producción de hielo. Es importante destacar que la maquinaria de la empresa Fhisachi S.A. tiene entre 5 y 10 años de antigüedad, lo que resulta en un bajo rendimiento y un alto consumo de energía eléctrica, por lo que se requiere automatizar todo el sistema de producción para hacer más productiva a la empresa y así minimizar gastos y elevar la producción.

Tabla 13

Herramientas utilizadas en la etapa de congelamiento

Etapas	Herramientas	Especificaciones	Estado
Congelado	<p>Molde</p> 	<p>Largo: 40 cm Ancho: 20 cm Alto 90 cm Capacidad: 50 kg Hecho en fábrica</p>	Mal estado- Desgastado
Despacho	<p>Pinzas</p> 	<p>Acero inoxidable Largo: 1 m</p>	Buen estado
Desmoldado	<p>Manguera</p> 	<p>Manguera reforzada de $\frac{3}{4}$ Largo: 100 m</p>	Buen estado

Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

Tabla 14:*Maquinaria de la empresa Fhisachi S.A.*

Zonas	Máquinaria	Cantidad	Estado	Información general
Tratamiento de amoniaco	Compresores Electrónico	3	Mal estado	Marca: VILTER Potencia: 250 HP Voltaje: 230 V Refrigerante: R717
	Condensadores Evaporativo	4	Mal estado	Marca: Snowkey Potencia: 1275 kW Temperatura: mayor 28°C Voltaje: 440 V Hechizo
	Contenedores	2	Buen estado	Capacidad: 500 l Refrigerante: R717
Sistema de Congelación	Agitadores	12	Mal estado	Marca: Fluidmix Motor: 5 kW Velocidad: 1500 rpm
	Tecles	4	Mal estado	Marca: Kamiuchi Capacidad: 1 t Levante estándar: 3m Tensión: 24N
	Cisterna Hechiza	2	Buen estado	Hechizo Capacidad: 8 t
	Evaporador hechizo	4	Mal estado	Hechizo Refrigerante: R717
Producto Terminado	Picadora de Hielo	2	Mal estado	Hechizo

Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

Mantenimiento: El mantenimiento se lleva a cabo en Fhisachi S.A. para solucionar cualquier problema con la maquinaria antigua. Hay un equipo de mantenimiento dedicado que trabaja 6 días a la semana para resolver cualquier problema que surja. Además, se realiza una inspección anual de toda la maquinaria antes de que comience la temporada alta, generalmente en el mes de diciembre.

3.4.3 Proceso de Producción

El proceso para la obtención de hielo no requiere de una tecnología complicada, aunque es importante tener un proceso en línea continua para disminuir los costos, también es principalmente el uso de instalaciones de frío para la obtención de un producto de calidad.

Obtención de materia prima. - El agua potable es la materia prima, que se obtiene mediante a través de la empresa proveedora de agua de la provincia de Santa Elena como lo es AGUAPEN E.P.

Almacenado. - El agua es almacenada en dos cisternas con capacidad de 300 m³. Este almacenado demora un promedio de 10 horas.

Llenado.- El operario de llenado, primero realiza el llenado de la cisterna o tanque dispensador de dos cámaras frigoríficas a la vez, esto depende de la demanda del producto y si es necesario el uso de ambas cámaras, al tener a cargo dos cisterna no concreta su atención en el llenado de la cisterna, por lo que excede la cantidad de agua y sobresale, además de realizar también otras actividades durante el llenado de la cisterna, por lo que existe perdida de materia prima, como se puede observar en la figura 20.

Figura 18:

Reblase de agua de cisterna



Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

Después se lleva a cabo el llenado de los moldes por otro operario, donde también ocurre problemas cuando se hace las actividades al mismo tiempo en ambas cámaras frigoríficas, y otras, por lo que no se controla el llenado de los moldes, produciendo el derrame de agua, lo que excede en su consumo, reflejándose en las planillas de agua que envía AGUAPEN S.A., lo cual se podría evitar si el personal a cargo de esta tarea tomara las precauciones del caso, porque el problema existe or el cliente.

Figura 19:

Llenado de moldes



Nota: Fhisachi S.A., 2024, Observación Directa.

Congelado. - El tecele eleva una fila de moldes (20 moldes) y los transporta al tanque dispensador donde son llenados y luego se trasladan hacia la poza productora donde se depositan, para su congelamiento.

En esta etapa el agua comienza a congelar a 0°C en celdas formadas por placas de aluminio con circuito interno, este contiene amoníaco que se encuentra a -10°C , el cual se encarga de recorrer cada poza e ir congelando el agua.

El proceso de congelado se realiza por medio del transporte de refrigerante amoníaco dentro de los serpentines adheridos a las paredes de las pozas y con la ayuda de la salmuera.

Desmoldado. - Esta operación es realizada por dos operarios, en los cuales la mano de obra se encarga de manipular los tecles que transportan los moldes hasta la cisterna, donde, se desmolda cada bloque de hielo en el baño maría y comienza a flotar.

Este proceso demora en un promedio de 10 min, ya incluyendo el baño maría.

Figura 20:

Baño María



Nota: Elaboración propia

Despacho. - Una vez obtenido el hielo, pasa directamente al área de almacenado de producto donde es vendido inmediatamente, así mismo, podemos encontrar en esta área el proceso de triturado de hielo donde el cliente podrá utilizarlo respecto a su pedido.

Figura 21:

Despacho



Nota: Elaboración propia

3.5. Estudio de tiempos y tiempos promedio de actividades

Se desarrollo un estudio preliminar del proceso de producción y se registró 10 muestras de ciclo observado, en distintos días, a los mismos operarios, considerando que trabajan 12 horas de lunes a domingo.

En la tabla 15 muestra los datos obtenidos para la muestra determinada, donde se puede apreciar el ciclo observado en minutos, por cada etapa del proceso. En el cual, se puede observar cuantos ciclos observados deben realizar para cada estación.

En la tabla 15 de cálculo de los ciclos observados en la etapa 2: de congelación, que involucra mano de obra, se ha considerado la etapa 3: el desmoldado y el despacho; ya que estas operaciones ocurren en un mismo espacio de trabajo, así como también Etapa 1: el llenado que involucra al de las cisternas y moldes.

Tabla 15:

Cálculo de los ciclos observados para cada etapa

Estaciones	Tiempo de ciclo (min)	Ciclos observados
<i>Etapa N°1: Llenado</i>	10,3	10
<i>Etapa N° 2: Congelado</i>	1456,83	3
<i>Etapa N°3: Desmoldado y despacho</i>	6,28	10

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 16, se observa el tiempo promedio en minutos de las observaciones.

Tabla 16:

Resumen de tiempos

	Actividades del proceso	Tiempo Promedio (min)	Tiempo Total (min)
Llenado	Llenado del tanque dispensador	7,6	10
	Llenado de moldes	2,4	
	Transporte a la poza productora	0,92	
	Colocar los moldes en la poza	0,9	
Congelado	Congelado	1044	1456,33
	Verificación del producto	0,39	
	Transporte a otra poza selladora	0,42	
	Termino de congelado	409,7	
	Transporte a baño maría	0,5	
	Baño maría	2,5	
Desmoldado y despacho	Desmolda las barras	1,3	6,17
	Inspección final y entrega del producto	0,4	
	Inspección final y entrega del producto Trituración	0,4	
		1,47	

Nota: Elaboración propia

Esto también demostrará los tiempos de producción actuales a más detalle gestionados por la empresa, mostrando el tiempo total de cada etapa (tabla 17).

Tabla 17:*Tiempo de ciclos observados (min)*

<i>Etapa</i>	<i>Actividad del proceso</i>	Ciclos observados (min)										Σx_i	Tiempo promedio
		t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10		
Llenado	Llenado del tanque dispensador	7,7	7,4	7,8	7,6	7,5	7,6	7,6	7,9	7,6	7,1	75,8	7,6
	Llenado de moldes	2,3	2,3	2	2,8	2,4	2,3	2	2,7	2,6	2,5	23,9	2,4
	Transporte a la poza productora	1,3	0,8	1	0,9	0,8	1	0,8	0,9	0,8	0,9	9,2	0,9
	Colocar moldes en la poza	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	1	1,2	0,8	0,9	0,9	8,9	0,9
Congelado	Congelado	1080	1140	1080	1140	960	900	960	960	1140	1080	10440	1044
	Verificación del producto	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	3,9	0,39
	Transporte a la cisterna selladora	0,5	0,4	0,5	0,39	0,4	0,34	0,5	0,4	0,4	0,46	4,3	0,43
	Termino de congelado	390,8	420	398	415,6	440,5	390,4	406,7	418,3	405,7	410,9	4096,9	409,7
	Transporte	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	5,1	0,5
Desmoldado y despacho	Baño María	2,9	2,4	2,7	2,2	2,8	2,7	2,6	2,3	2,8	2,1	25,5	2,6
	Desmolda las barras	1,3	1,2	1,4	1,5	1,3	1,4	1,1	1,2	1,5	1,3	13,2	1,3
	Inspección final y entrega	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	4,4	0,4
	Trituración	1,4	1,5	1,4	1,5	1,45	1,4	1,5	1,55	1,46	1,55	14,7	1,5
Tiempo de ciclo													1472,58

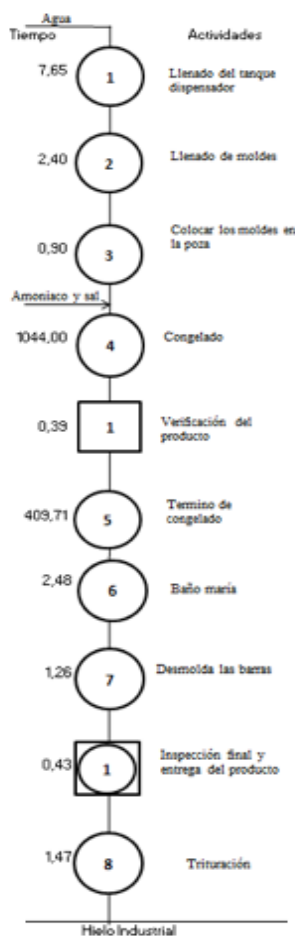
Nota: Elaboración propia

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 (López Muñoz, 2020).

Para (Popomeya, 2023); el diagrama de operación del proceso es una representación visual de un proceso mediante diagramas. Muestra cómo se transforman las materias primas a medida que pasan a través de diferentes equipos y realizan intercambios de materia o energía. Cada equipo o sección de tubería tiene una sola entrada y una salida. El diagrama de operación de procesos facilita el análisis y la toma de decisiones en los problemas que se deben enfrentar los ingenieros de procesos, principalmente: análisis de inicio.

Figura 22:

Diagrama de Operación de procesos



Nota: Elaboración propia

La realización del diagrama de operaciones de procesos, como el diagrama de análisis de operación, se han tomado en cuenta los tiempos en base a la producción de un lote de 20 hielos en bloques de 50 kg cada uno. En la figura 23, se puede observar el tiempo promedio que requiere cada operación de la etapa de congelación de hielo.

Además, en la tabla 18, se muestra el resumen del proceso de producción de hielo, que tiene 8 operaciones con un tiempo de 1469,87 minutos, con una inspección de 0,39 minutos, que se refiere a la verificación del producto durante las etapas de congelado, y una operación e inspección de 0,42 minutos, que se realiza la inspección final y entrega del producto final, teniendo en total un tiempo de 1470,68 minutos, que se refiere a 24,5 horas.

Tabla 18:

Resumen de Diagrama de operación de procesos

Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	8	1469,87
Inspección	1	0,39
Combinada	1	0,42
Total	10	1470,68

Nota: Elaboración propia

El transporte dentro de la etapa de congelación también se puede observar en la Tabla 19, con un tiempo total de 1,88 minutos y una distancia de 110 metros. El primer transporte se produce después de que se llenan los moldes, con un tiempo de **0,92** minutos para mover el lote al grupo de producción. El segundo transporte se produce después de la verificación del producto, con un tiempo medio de **0,42** minutos para pasar del grupo de producción al grupo de sellado. El transporte final es desde la poza de sellado hasta el baño de agua para la etapa de desmolde, con un tiempo medio de **0,54** minutos

Tabla 19:

Resumen del Diagrama de Análisis de Operación

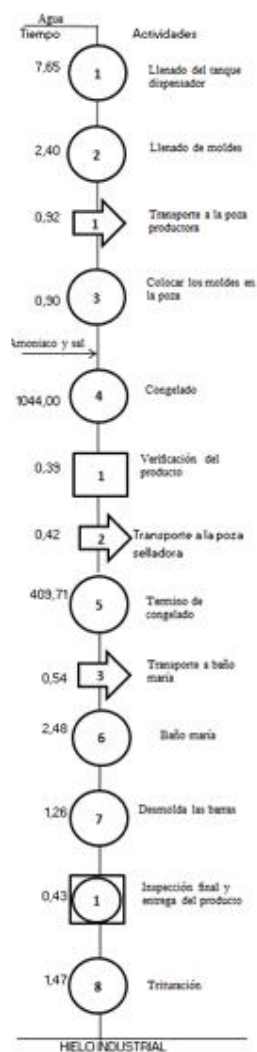
Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia
Operación	8	1469,87	
Inspección	1	0,39	
Combinada	1	0,42	
Transporte	3	1,88	110m
Total	13	1472,56	110m

Nota: Elaboración propia

Para (Buitrago Leiva, 2019), el análisis de procesos es, en la actualidad, una importante herramienta de consultoría y esfuerzos de reestructuración, o simplemente una herramienta para forzar el reaprendizaje de terminologías similares a otras unidades de negocio, facilitando la colaboración interna y planificación conjunta. En cualquier caso, el éxito organizacional requiere actividades empresariales explícitas que se adapten a un entorno cambiante dentro de las estrategias definidas de negocios.

Figura 23:

Diagrama de Análisis de Operación



Nota: Elaboración propia

Además, se ha desarrollado herramientas como el diagrama de flujo de las operaciones donde ocurren problemas, como congelación, verificación y finalización de

congelación, con la finalidad de observar minuciosamente las actividades involucradas dentro del proceso productivo de la empresa Fhisachi S.A.

Como se muestra en la Figura 23, la operación de congelación se lleva a cabo durante una duración de 1440 minutos, lo que equivale a 24 horas. Además, se observa que, a pesar del tiempo de congelación prolongado, el operador no realiza ningún seguimiento o evaluación del estado del producto en la poza de producción, ni de los parámetros que contribuyen a la congelación, como la salinidad y la temperatura de la poza.

Figura 24:

Diagrama de flujo de la operación de congelamiento

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
				●	■	➔	◐	▼	
Congelamiento	1440	1440		X					Cuello de botella, el operario, no realiza control de temperatura de la poza ni de la salinidad de la salmuera, no hay una revisión
Total	1440	1440	0						

Nota: Elaboración propia

En la Figura 24, se explica principalmente que el operador de llenado de moldes no realiza ninguna actividad, con una operación de cuello de botella que toma 1440 minutos, la cual debe ser supervisada. Además, los materiales involucrados en esta operación son el amoníaco y la sal industrial.

Tabla 20:

Interrogante del proceso de congelamiento






PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Solo se espera que se congele el hielo, y la demanda del producto por el cliente
¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza productora de congelamiento, son la poza N°2 y N°6
¿Cuándo se hace?	Se realiza después del llenado de moldes
¿Quién lo hace?	El operario que realiza el llenado de moldes - verificación, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico.
¿Cómo se hace?	El trabajador no realiza la inspección o control de los parámetros que permiten una congelación más eficiente, como la temperatura y la salinidad. Se podría mejorar realizando la revisión y control de esta operación, ya que se trata de un cuello de botella.

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 25, el proceso de verificación dura 1,38 minutos, con 0,5 minutos dedicados a la actividad sin valor agregado, que es el transporte del producto, lo que representa el 36,23% del tiempo total. Además, la inspección de las subactividades revela cuestiones como el mal estado de las mesas, que dificulta el correcto sellado de la poza de producción y del sellador, así como una revisión superficial del producto basada únicamente en la apariencia, sin tener en cuenta el momento correcto de la transferencia de una poza a otra. Además, no se miden parámetros cruciales como la temperatura y la salinidad, que son esenciales para respaldar el proceso de congelación y mejorar la eficiencia.

Figura 25:

Diagrama de flujo de la operación de verificación.

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
									
Transporte al producto	0,5		0,5			X			
Retirar las tablas	0,6	0,6		X					Tablas en mal estado
Revisar producto	0,28	0,3					X		Revisión rápida basada en la apariencia física. Es aleatorio porque no se sabe si ha cumplido el tiempo necesario para cambiarlo.
Total	1,38	0,9	0,5						

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 21, se explica principalmente que el operador de verificación de llenado de moldes está llevando a cabo su operación de manera incorrecta, ya que no existe un método o proceso para verificar el producto y tomar la decisión sobre qué lote debe pasar a la etapa de congelación.

Tabla 21

Interrogante del proceso de verificación

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Se hace la respectiva verificación porque se quiere hacer el cambio del producto de unapozas a otra, es necesario hacerlo con la finalidad del ingreso de un nuevo lote.
¿Dónde se hace?	El proceso se realiza en la poza productora de congelamiento, ahí se encuentra el producto que debe ser verificado
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando va ingresar un nuevo lote de producción y se necesita un espacio para su ingreso y se realiza el cambio para que el lote proceda al término de la congelación
¿Quién lo hace?	El operario de llenado de moldes- verificación, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es

	empírico. Otro operario puede realizarlo mejor, no el mismo por la mala distribución de funciones.
¿Cómo se hace?	El trabajador está a la espera de que el camión cisterna del dispensador comience a llenar los moldes para poder ir a realizar la verificación. Lo hace porque está a punto de iniciarse un nuevo lote de producción para evitar el llenado inadecuado del molde. La decisión de cambiar el lote es aleatoria, lo que significa que no sabe si el lote ya ha cumplido el tiempo necesario para ser cambiado a la poza de sellado.

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 26, el proceso de congelación dura 409,71 minutos y no implica ninguna actividad que no agregue valor. Además, hay un tiempo de sellado significativo de 409.71 minutos y un corto período para la inspección del producto, que puede no ser suficiente para un examen exhaustivo del lote para determinar la disponibilidad del envío.

Figura 26:

Diagrama de flujo del término de congelamiento

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
				●	■	➔	◐	◑	
Sellado de hielo	409,43	409,43		X					Mucho tiempo
Revisa el producto	0,28	0,28			X				Revisión rápida basada en la apariencia física. Es aleatorio porque no se sabe si ha cumplido el tiempo necesario para cambiarlo.
Total	409,71	409,71	0						

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 22, se indica principalmente que el operario de desmolde - despacho, realiza su operación de una forma inadecuada, ya que no existe un método ni proceso para realizar la revisión del producto y tomar la decisión de que lote debe pasar ser despachado.

Tabla 22:

Interrogante de la operación de término de congelamiento

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Se hace el término de congelamiento para permitir sellar el hielo completamente, es necesario para que se aceptado por el cliente

¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza selladora de congelamiento, se encuentra más cerca al baño maría
¿Cuándo se hace?	Se realiza después del congelamiento.
¿Quién lo hace?	El operario desmolde - despacho, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico. Otro operario podría realizarlo mejor.
¿Cómo se hace?	El operario realiza la revisión rápida de toda la poza selladora para tomar la decisión de cual lote se debe despachar, esta revisión está basada en la apariencia física, por lo que es aleatoria la decisión, sin saber si se cumplió el tiempo necesario de todo el congelamiento

Nota: Elaboración propia

Luego de haber sido analizado las tareas de cada etapa del proceso de fabricación del hielo industrial, se determinó que la operación con más actividades que no agregan valor es la verificación el cual tiene un tiempo improductivo de 0,5 minutos. Por otra parte, la suma de actividades que no agregan valor (N.A.V) en las actividades escogidas del proceso es de 2,23 minutos. Por lo que, se calculó el desperdicio de tiempo de cada etapa del proceso de congelamiento, con la siguiente expresión:

$$cdM = 1 + \frac{\sum \text{Tiempo de tarea V.A} + \sum \text{Tiempo de tarea N.V.A}}{\sum \text{Tiempo de tarea que agregan valor}}$$

Donde:

V.A = Agregan valor

N.V.A = No agregan valor

En la Tabla 23, se muestra en resumen los tiempos promedios de cada operación del proceso de producción de hielo industrial, así como el tiempo de las actividades que agregan valor y las que por consiguiente no agregan valor de cada operación y el cálculo del desperdicio de tiempo en cada etapa, teniendo entre la más creciente la operación de verificación.

Tabla 23:

Resumen de N.V.A

Operación	Tiempo promedio (min)	Tiempo V.A (min)	Tiempo N.V. A (min)	CdM	% NVA
Llenado de cisterna	7,65	6,75	0,9	2,13	11,76%
Llenado de	2,4	1,6	0,8	2,5	33,33%

moldes					
Verificación	1,38	0,88	0,5	2,57	36,23%
Congelamiento	1044	1044		2	0%
Termino de Congelamiento	409,71	409,71		2	0%
Baño maría	2,5	2,45	0,005	2.02	0,20%

Nota: Elaboración propia

3.5.1. Diagrama Hombre – Máquina

Se ha utilizado el diagrama hombre máquina para el análisis de las actividades que realiza el operario dentro del proceso verificación, como se puede mostrar en la Figura 27, en donde el operario realiza dos funciones, en paralelo, como se ha mencionado anteriormente. Dentro del diagrama el operario empieza a realizar la actividad de llenado de molde, preparando a la maquina en **0,4** minutos para el llenado de los moldes en 1,38 min, tiempo en que se realiza la revisión de los productos, un tiempo limitado para la revisión de los lotes.

Tomando en cuenta el siguiente calculo, donde se indica el desperdicio de la operación de llenado de moldes, teniendo como resultado el 28%, el cual afecta en el mismo porcentaje a los costos de materia prima, refiriéndose a pérdida económica.

$$\begin{array}{l} 1,38 \quad \xrightarrow{1t} \\ 0,4 \quad \xrightarrow{x} \end{array}$$

$$X = 0,28 t \text{ de desperdicio de materia prima}$$

Figura 27:

Diagrama Hombre - Máquina

Diagrama Hombre – Máquina			
Proceso	Congelamiento	Empresa: Fhisachi S.A.	
Etapas	Llenado	Hoja: 1	
Actividades		Llenado de moldes	
Maquinas		Verificación	
HOMBRE		Máquina 1: Tecele	
	Tiempo	MAQUINA 1	
Girar el tanque dispensador	0,4		
Transporte al producto	0,62		
Retirar las tablas	1,22	Llenado de moldes	1,38

Revisar el producto	1,5
Transporte al llenado	1,7
Transporte al tecele	1,8
Manipular el tecele para retirar	2
Agua	
Total	2,4

Nota: elaboración propia

El cálculo del costo por desperdicio de materia prima en la actividad de llenado de moldes se puede observar en la Tabla 24.

Tabla 24:

Costo de desperdicio por materia prima

Mes	Costo de MP (\$)	Costo por desperdicio de MP (\$)
Enero	5.253	667
Febrero	3.721	904
Marzo	9.846	515
Abril	4.732	932
Mayo	3.366	850
Junio	2.019	576
Julio	1.990	968
Total	30.927	5.412

Nota: Elaboración propia

3.6. Indicadores Actuales

3.6.1. Indicadores de producción

Para la realización del cálculo de la producción se debe tomar en cuenta el tiempo de ciclo que se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 25:

Análisis del proceso de producción de hielo

Operación	Tiempo promedio (min)	Operario
<i>Llenado del tanque dispensador</i>	7,65	Op.1
<i>Llenado de moldes</i>	2,4	Op.2
<i>Transporte a la poza productora</i>	0,92	Op.2
<i>Colocar los moldes en la poza</i>	0,9	Op.2

<i>Verificación del producto</i>	0,39	Op.2
<i>Transporte a la poza selladora</i>	0,42	Op.2
<i>Termino de congelado</i>	409,71	Op.2
<i>Transporte a baño maría</i>	0,54	Op.2
<i>Baño maría</i>	2,48	Op.1
<i>Desmolde de barras</i>	1,26	Op.3
<i>Inspección final y entrega</i>	0,43	Op.3
<i>Trituración</i>	1,47	Op.4
TOTAL	1472,57	4 operarios

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 25, se puede llegar a mostrar que la operación con mayor tiempo es la de congelado con 1440 minutos, tomándolo como cuello de botella, seguido del término de congelado con 409,71 minutos. El proceso de producción de hielo industrial tiene un tiempo de ciclo del 472,57 minuto.

Producción teórica; utilizando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}} = \frac{24 \text{ h/día}}{24,5 \frac{\text{h}}{\text{lote}}} = 0,98 \text{ lote/día}$$

Para encontrar la producción de hielo mensual se realizó la siguiente ecuación para obtener los cálculos correspondientes:

$$0,98 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{20 \text{ barras}}{\text{lote}} * 180 = 105840 \text{ barras/mes}$$

Se utilizo 24,5 h/lote como tiempo de ciclo, el tiempo de todo el proceso de producción de hielo, tomando en cuenta que la empresa Fhisachi S.A. trabaja todos los días del mes, así como la cantidad de moldes disponibles en las pozas sellados, pozas que contienen producto, son un total de 272, así como la cantidad de barras en un lote que es de 20 barras, obteniendo como rendimiento 1764 toneladas.

Producción real; dentro de la producción real se muestra la fabricación real de barras de hielo, información que se puede observar en la Tabla 26, brindada por la empresa Fhisachi S.A.

Tabla 26:

Producción real

Mes	Días laborales	Producción (barras)
Enero	31	13187
Febrero	28	12700
Marzo	31	12241
Abril	30	12435
Mayo	31	12036
Junio	30	11942
Julio	31	12567
Promedio	30	12443,98
Total	212	87108

Nota: Elaboración propia

La Tabla 27 nos muestra el registro brindado por la empresa fabricante de hielo, como se mencionó con anterioridad de la producción mensual en número representado en barras, teniendo al mes de enero la máxima producción de barras de hielo que está dentro de las 13178 barras y el mes de menor producción siendo junio con 11942 barras de hielo, mostrando la variación de producción, con respecto a la demanda del mercado.

Productividad; se calculó la relación entre la producción total obtenida en cada mes y los recursos utilizados, estos referidos a las horas de mano de obra, obteniendo así la productividad como se muestra posteriormente en la Tabla 27.

Tabla 27:

Productividad

Mes	Producción	Producción (t)	Mano de obra (h)	Productividad
Enero	13187	659	744	0,886
Febrero	12700	635	696	0,912
Marzo	12241	612	720	0,850
Abril	12435	622	744	0,836
Mayo	12036	602	720	0,836
Junio	11942	597	744	0,802
Julio	12567	628	720	0,872
Promedio	12443,98	622,14	726,90	0,86

Nota: Elaboración propia

Mediante la Tabla 27, señala la producción en barras, luego en toneladas, además de las horas al mes de mano de obra, para así, poder obtener la productividad, con la ecuación mostrada, en donde se logró obtener los resultados: la mayor productividad en el mes de febrero con 0,91 t/h-hombre, es decir en una hora el operario produce en promedio 0,86 toneladas, y la menor productividad en el mes de junio con 0,80 t/h-hombre.

3.6.2. Indicadores de producción

3.6.2.1. Eficiencia física

La eficiencia física, en términos de ingeniería damos alusión a que es la relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima o insumos empleados. Tomando en cuenta la producción en barras, y la cantidad de agua utilizada, como se puede observar en la Tabla 28.

Tabla 28:

Eficiencia física

Mes	Producción (barras)	Producción (t)	Agua (t)	Eficiencia
Enero	13187	659	1200	0,55
Febrero	12700	635	1122	0,57
Marzo	12241	612	1198	0,51
Abril	12435	622	1400	0,44
Mayo	12036	602	1000	0,60
Junio	11942	597	1300	0,46
Julio	12567	628	1400	0,45
Promedio	12444	622	1231	0,51

Nota: Elaboración propia

Utilizando la siguiente formula, se puedo hallar la eficiencia física promedio, es decir un 0,51

$$Eficiencia\ fisica = \frac{produccion\ total}{insumos\ requeridos} = 0,51$$

Se llego a observar dentro de la Tabla 28, que la mayor eficiencia física durante los meses de enero a julio, fue en el mes de mayo con 0,60, esto quiere decir, que, por cada tonelada de agua que se utiliza, se obtiene unas 0,60 toneladas de producto terminado.

3.6.2.2. Eficiencia Económica

En cuanto a la eficiencia económica, es el total aritmético entre el total de ventas o ingresos y el total de inversiones o egresos de dichas ventas; lo cual, debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios. Se presenta en unidades monetarias de las salidas divididas por unidades monetarias de las entradas.

Como se observa en la Tabla 29 a continuación, se presenta los egresos requeridos promedios de los meses desde enero hasta julio del presente año como la materia prima, que es el agua, la luz, el amoniaco, mano de obra directa y mano de obra de mantenimiento.

Con respecto a la materia prima se utilizó el 15% de las compras, como anteriormente se mencionó, respecto a la luz eléctrica es el insumo de mayor costo, referente a la sal, se utiliza mensualmente 25 sacos de sal, en cuanto al amoniaco el consumo mensual es de un galón donde su precio ronda los \$240, para cifras más detalladas se puede analizar a continuación en la Tabla 29.

Tabla 29:

Eficiencia Económica

Mes	Egresos						Total, egresos (\$)	Ingresos (\$)	Eficiencia Económica (\$)
	Materia prima (\$)	Luz (\$)	Sal (\$)	Amoniac (\$)	Mano de obra (\$)	Mantenimiento (\$)			
Enero	10680,95	14308,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	29561,95	39560,56	1,34
Febrero	11819,95	15000,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	31392,95	38100,25	1,21
Marzo	12273,25	16466,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	33312,25	36723,33	1,10
Abril	11898,10	12691,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	29162,10	37305,21	1,28
Mayo	12240,12	12011,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	28824,12	36107,12	1,25
Junio	13489,55	14099,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	32161,55	35826,05	1,11
Julio	13034,19	12846,00	96,00	240,00	3220,00	1017,00	30453,19	37701,09	1,24
Promedio	12205,16	13917,29	96,00	240,00	3220,00	1017,00	30695,44	37331,94	1,22
TOTAL	85436,11	97421,00	672,00	1680,00	22540,00	7119,00	214868,11	261323,61	1,22

Nota: Elaboración propia

Respectivamente para el cálculo de la eficiencia económica se utilizó la siguiente ecuación, donde se obtuvo el promedio durante los meses de enero hasta julio del presente año, adquiriendo un valor de \$1,22

$$Eficiencia\ economica = \frac{ingresos}{egresos} = \$1,22$$

La eficiencia económica promedio que se calculo es de \$1,22, lo que quiere decir que, por cada \$1 invertido en la producción de barras de hielo la empresa gana \$ 0,22.

3.7. Propuesta de mejora

3.7.1 Tema

“OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIÓN EN LA EMPRESA FHSACHI S.A., CANTÓN LA LIBERTAD”

3.7.2 Introducción

En la actualidad, las empresas están adoptando procesos de mejora continua, adaptando sus procesos a los cambios, ligados a la mejora, que directa o indirectamente, impulsan un aumento de sus niveles de producción, convirtiéndolas en organizaciones mucho más competitivas. La teoría de las restricciones (TOC) está ligada a este tipo de herramientas de mejora continua, ya que su principio es un pensamiento sistemático que busca aumentar las ganancias, las ventas, los niveles de calidad y el servicio al cliente, así como reducir los costos y el tiempo de producción, y mejorar los niveles de inventario (Lucía Rodríguez, 2021).

Los mercados han mostrado una evolución significativa, pero no se puede decir lo mismo de cómo se gestionan las empresas, ya que la mayoría de ellas siguen realizando sus operaciones de manera tradicional, que se crearon cuando las necesidades eran diferentes a las de hoy. Un gran grupo formado por directores, gerentes y líderes de empresas de todo el mundo han comenzado a realizar un gran cambio en sus organizaciones, adaptándose a las nuevas demandas en los mercados actuales, donde los clientes suelen ser mucho más exigentes.

En resumen, la Teoría de las Restricciones se centra en el análisis de las restricciones del sistema para identificar mejoras que puedan ayudar a alcanzar el objetivo deseado, ya sean físicos, comerciales o políticos. La teoría propone un procedimiento que utiliza un enfoque de programación lineal para determinar un algoritmo para optimizar la producción (Mauricio, 2020).

3.7.3. Descripción de la optimización usando la teoría de restricciones

La optimización basada en como herramienta de mejora continua, como cualquiera de los otros modelos investigativos 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

Intención

El propósito de la teoría de las restricciones es optimizar el proceso productivo de la empresa Fhisachi S.A. en el cantón La Libertad, dirigiendo y promoviendo la mejora continua dentro de la empresa. Esto implica considerar perspectivas que conduzcan a una toma de decisiones informada, lo que resulta en un aumento de los ingresos y una mejor presencia en el mercado, lo que hace que la empresa sea más competitiva.

Las limitaciones pueden incluir que algunos participantes abandonen el estudio, que se pierdan sesiones grupales importantes y que no se puedan recopilar datos adicionales debido a limitaciones de presupuesto o tiempo. Esta sección debe escribirse para facilitar la toma de decisiones con respecto a una teoría, curso o tema.

3.8. Caso de aplicación: Empresa Fhisachi S.A.

Fhisachi S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de modelos o bloques de hielo, que opera en el Cantón La Libertad, en la provincia de Santa Elena. La empresa tiene un proceso de producción complejo que involucra varias etapas, incluida la recepción de la materia prima, el procesamiento del producto, el almacenamiento y la distribución. Fhisachi S.A. está buscando mejorar su rendimiento general, ya que a la empresa le preocupa que su proceso de producción sea lento y costoso. El objetivo de este estudio de caso es optimizar los procesos dentro de la cadena de suministro mediante la aplicación de la teoría de restricciones para ayudar a Fhisachi S.A. a mejorar su rendimiento general.

3.8.1. Restricciones o Cuello de botella

La Teoría de las Restricciones (TOC) es un enfoque de gestión de procesos que se centra en identificar y aprovechar las limitaciones del sistema para mejorar el rendimiento general. El TOC se basa en la idea de que todos los sistemas tienen una o más restricciones que limitan su capacidad para generar resultados.

La contabilidad de rendimiento es un enfoque contable que se centra en el flujo de ingresos por ventas menos el costo de las materias primas. Se basa en la idea de que

el objetivo de una empresa es maximizar su flujo de ingresos por ventas. El rendimiento se utiliza en TOC para identificar las restricciones del sistema, que se definen como cualquier factor que limite la capacidad de una empresa para generar ingresos (Schrageheim, 2021).

En el contexto de (Techt, 2019); los cuellos de botella pueden generar, consecuentemente, eslabones débiles, definidos como aquellos segmentos del sistema que conducen a la limitante que se constituyen en cuello de botella. A nivel organizacional, los cuellos de botella y eslabones débiles implican importantes deficiencias en el sistema que limitan su desempeño.

3.9. Descripción del caso de aplicación

Se empleó el siguiente enfoque metodológico para mejorar los procesos dentro de la cadena de suministro: Evaluación del proceso de producción actual: Se recopilan datos sobre las actividades, los recursos y las limitaciones del proceso de producción. Identificación de restricciones del sistema: Se empleó la teoría de restricciones para identificar las restricciones del sistema.

A través de la evaluación realizada utilizando el diagrama de análisis de procesos, se evidenció que existen dos limitaciones de cuello de botella que ralentizan el proceso de producción, incluida el área de congelación y el área de post - congelación. Todos estos problemas contribuyen a la ineficiencia de las operaciones de la empresa. Con el fin de mejorar el rendimiento de la planta de procesamiento, se están desarrollando las siguientes estrategias:

- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Modernización de equipos – Compra de Equipos nuevos
- Análisis de datos y mejora continua
- Reasignación de recursos
- Motivación de los empleados
- Programas de capacitación

3.9.1 Análisis de información

En la Tabla 30 se indican las pérdidas económicas totales incluyendo los costos por desperdicio de materia prima, obteniendo como resultado las pérdidas que tiene la

empresa Fhisachi S.A.; en el periodo de enero hasta el mes de julio se han obtenido un total de \$7510, las cuales presentan un 2,9% de perdidas respecto a las ganancias

Tabla 30:

Pérdidas económicas totales

Mes	Ventas	Ganancia	Pérdida por hielo quebradizo	Pérdida por tamaño	Pérdidas totales (barras)	Pérdidas totales (\$) por defectos	Costo por desperdicio de MP (\$)	Pérdidas económicas	Pérdidas (%)
Enero	13187	39560,56	200	121	321	963	124	1087	2,7%
Febrero	12700	38100,25	165	156	321	963	96	1059	2,8%
Marzo	12241	36723,33	175	145	320	960	111	1071	2,9%
Abril	12435	37305,21	123	189	312	936	152	1088	2,9%
Mayo	12036	36107,12	197	133	330	990	115	1105	3,1%
Junio	11942	35826,05	186	120	306	918	88	1006	2,8%
Julio	12567	37701,09	156	166	322	966	128	1094	2,9%
Promedio	12444	37331,94	171,71	147	319	957	116	1073	2,9%
Total	87108	261323,61	1202	1030	2232	6696	814	7510	20,1%

Nota: Elaboración propia

3.9.2. Análisis de la aplicación de la teoría de restricciones

Identificación de la restricción:

Las limitaciones en el sistema se identificaron a través de un análisis exhaustivo de los procesos de producción, que reveló que el área de congelado era el cuello de botella. La máquina específica que opera en esta área, después de haber estado en uso durante varios años sin mantenimiento regular, se identificó como la causa principal de la baja producción y eficiencia.

Aplicación de los cinco pasos de la TOC:

Identificación de la restricción:

Mediante el uso de técnicas y análisis de datos presentados en el estado actual de la empresa, se identificaron las limitaciones que afectan la producción, el área de congelación y el proceso de congelación.

Decisión sobre Explotación o Subordinación de Recursos:

Para explotar la restricción en estos procesos, la opción inicial era maximizar el tiempo en cada uno de ellos, pero es evidente que esta estrategia no es conveniente a largo plazo y generará más gastos que beneficios 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 de tiempo mientras se realizaba el mantenimiento de la máquina.

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 aumentar su capacidad de producción.

3.10. Solución del caso de aplicación

Se presentan los resultados de la aplicación de la TOC y la optimización del caso de estudio. La Teoría de las Restricciones aplicada a la fabricación de modelos de hielo tiene como objetivo identificar el punto más débil (cuello de botella) que limita la eficiencia de la producción, explotarlo para maximizar su capacidad y luego elevarlo para optimizar el flujo de trabajo. Esto abarca no solo la eficiencia de la producción, sino también garantizar que la seguridad y la salud en el trabajo no obstaculicen la productividad (Ortiz Triana., 2020).

3.10.1. Identificar de problemas en el sistema de producción y sus causas

Tabla 31:

Problemas - Causas

Etapa	Problema	Causas	Mejora
Congelamiento	Cuello de botella	Incumplimiento y falta seguimiento de parámetros que facilitan el congelamiento	Tiempo Estándar
		Tapas de protección de barras en mal estado	Renovación de tapas
		Fallas en la maquinaria Moldes deteriorados	Renovación Integral Renovación de moldes

Nota: elaboración propia

Para llevar a cabo este paso, se llega a la conclusión que dentro del área de congelamiento se encuentra el cuello de botella o eslabón más débil en el proceso productivo de hielo en bloques, contando con un tiempo de 24,5 horas, hasta obtener el producto terminado, que en este caso es el hielo industrial. Las causas que enfrenta el sistema de producción en el área de congelamiento son:

- Existe una falta de control en la operación de congelación, lo que significa que no hay un seguimiento de las barras de hielo para garantizar que se congelan dentro

del plazo establecido por la empresa para obtener el producto esperado. Esto incluye el monitoreo de las barras desde su entrada en el grupo de producción hasta su transferencia al grupo de sellado.

- Esto es evidente en la Figura 25, donde se muestra que el proceso de verificación es simple y se basa únicamente en la apariencia física, sin ningún conocimiento de qué lote de producción debe transferirse realmente al tanque de sellado después de cumplir con el tiempo de congelación en el grupo de producción.
- Este mismo problema ocurre en el proceso de congelación posterior, como se muestra en la Tabla 22, donde el operador tampoco sabe qué lote debe enviarse y selecciona uno al azar. Las causas mencionadas también se explican en la Tabla 20 y la Tabla 21.
- Se ha considerado el incumplimiento y la falta de seguimiento de los parámetros que facilitan la congelación debido a que los valores de los parámetros establecidos por la empresa no coinciden con los valores medidos. Se tomaron medidas para verificar la información suministrada y se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se encuentran en la Tabla 32.

Tabla 32:
Desnivel de agua en los moldes

Poza	Grados Baumé de la salmuera					Promedio
	Día N°1	Día N°2	Día N°3	Día N°4		
1	13	13	13	16	14	
2	16	16	15	18	16	
3	14	14	13	16	14	
4	14	14	13	16	14	
5	17	17	17	20	18	
6	16	16	16	19	17	

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 32, la salinidad promedio de la salmuera en la empresa Fhisachi S.A., oscila entre 14° Be- 18° Be, lo que no se alinea con los parámetros establecidos por la empresa. La variación entre el Día N°3 y N°4 se atribuye a la adición de sal a todas las pozas para aumentar la salinidad, lo que resulta en un aumento de 3°Be en todas las pozas.

Tabla 33:
Temperatura de las pozas de enfriamiento

Poza	Temperatura (T)							Promedio
	Día N°1	Día N°2	Día N°3	Día N°4				
1	-3,3	-3,2	-4	-2,4	-2,4	-0,8	-3,2	-2,8
2	-2,3	-2,8	-2,9	-2,9	-3	-2,4	-2,4	-2,7
3	-0,1	-1,1	-0,7	0,8	2,3	3,2	3,1	1,1

4	-3	-3,3	-4,1	-1,8	-1,6	-1	-3,6	-2,6
5	-3,1	-3,4	-3,5	-3,6	-3,4	-2,9	-3,4	-3,3
6	-0,7	-0,5	-1,6	0,5	-2,6	1,5	3,2	0

Nota: Elaboración propia

La temperatura como se muestra en la Tabla 33, de los días N°1 y N°4 es significativamente mayor que la de las demás, ya que son las pozas productoras y el agua de los moldes está a temperatura ambiente, lo que transfiere calor a las pozas. En las demás pozas, la temperatura es menor debido a que las barras de hielo ya están congeladas y en proceso de sellado, con temperaturas entre $-2,6^{\circ}\text{C}$ y $-3,3^{\circ}\text{C}$, por debajo de los parámetros de la empresa de -5°C . Las mediciones se realizaron al comienzo y al final del día, y la empresa no realiza estas mediciones regularmente. La siguiente tabla muestra la medición de la temperatura de cada poza.

Fallas de la maquinaria, como se estuvo mencionando en la investigación, la maquinaria con la que la empresa cuenta, se encuentra en mal estado como se especifica en la Tabla 14, por tal motivo existen fallas en las mismas. En la tabla 34 con lo que respecta, se muestra el número de fallas de cada maquina en el periodo de enero a julio del presente año.

Tabla 34:

Numero de fallas

Maquinaria	N° de fallas
Compresor	12
Condensador	10
Agitador	12
Tecele	4
Picadora de hielo	4

Nota: Elaboración propia

La Tabla 35 nos muestra, la cantidad de fallas ocurridas en el transcurso de los meses que van desde enero hasta julio del presente año, siendo las de mayor frecuencia las del compresor, por lo que se observa con mayor exactitud el impacto económico de estas fallas en la empresa dedicada a la fabricación de hielo.

Tabla 35:

Fallas del compresor

N°	Fecha	Causa	Tiempo de reparación (h)	Costo unitario de M.O. (\$)	Costo Total M.O. (\$)
1	12/1/24	Sobrecalentamiento	3	235	705
2	19/1/24	Sobrecalentamiento	2,5	235	587,5

3	23/1/24	Sobrecalentamiento	1,5	235	352,5
4	26/1/24	Obstrucción	3	235	705
5	1/2/24	Bajo voltaje	2	235	470
6	9/2/24	Fuga	6	235	1410
7	19/2/24	Bajo voltaje	1	235	235
8	22/2/24	Bajo voltaje	1	235	235
9	26/2/24	Sobrecalentamiento	2,5	235	587,5
10	14/3/24	Sobrecalentamiento	1,5	235	352,5
11	29/3/24	Obstrucción	2	235	470
12	17/4/24	Fuga	5,5	235	1292,5
13	22/4/24	Sobrecalentamiento	2,5	235	587,5
14	3/5/24	Sobrecalentamiento	3	235	705
15	23/5/24	Sobrecalentamiento	2	235	470
16	19/6/24	Bajo voltaje	1,5	235	352,5
17	20/7/24	Fuga	5	235	1175
TOTAL			45,5	3995	10692,5

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 35 sobre fallas de compresores, se observa que el 47% de las fallas se deben al sobrecalentamiento, que es la causa más común de fallas. En los meses de enero a julio del presente año; se perdieron un total de 45,5 horas solo debido al mantenimiento correctivo del compresor. Sin embargo, los meses de enero y febrero son cuando más fallos se producen, ya que la producción es mayor durante la temporada alta. Vale la pena señalar que la máquina tiene 10 años. También se puede concluir que el costo total de las fallas de los compresores es de \$10692.5, lo que se considera una pérdida económica.

3.11. Desarrollo de la propuesta de optimización en la cadena de suministro

3.11.1. Procedimiento de Verificación – Control de barras

Objetivo: Control y seguimiento de barras de hielo industrial en las pozas de congelamiento (poza selladora y poza productora) de la empresa Fhisachi S.A.

Responsables: Operario de producción – control de barras de hielo.

Supervisor de planta

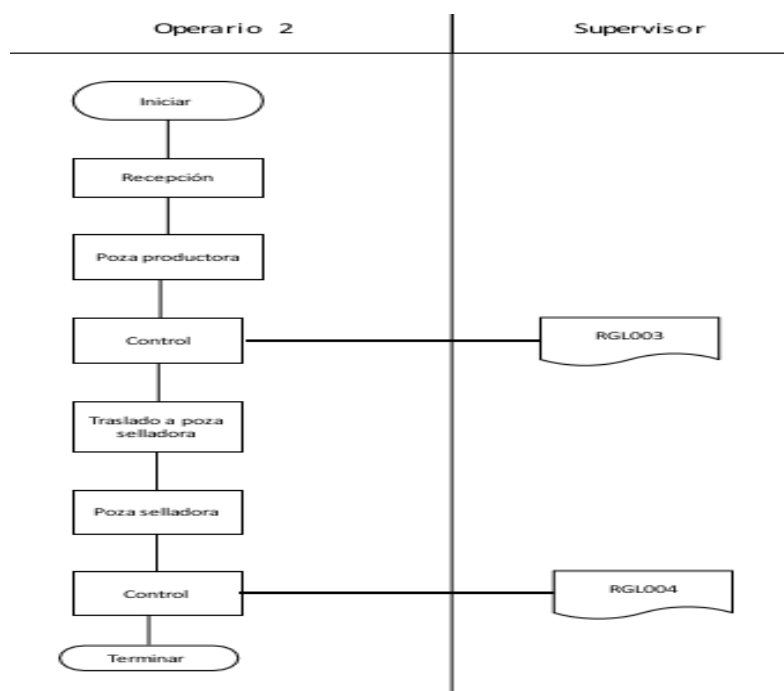
Desarrollo de procedimiento: En el área de recepción, el encargado de control de barras de hielo recibe del operario de llenado de moldes de hielo la fila de bloques de hielos ya llenos. Por lo consiguiente pasa por la poza productora donde, el encargado transporta a la poza productora, en esta poza tendrá que permanecer el lote 11 horas. Llega al área de control donde se realiza el llenado, además de en qué fila se colocará el lote, las filas cabe recalcar están enumeradas de forma ascendente. El encargado traslada

las barras de hielo desde la poza productora a la poza selladora, donde estas están listas para realizar el traslado con su respectiva revisión de registro, después de haber culminado el tiempo de 11 horas; en el cual, ingresan las barras de hielos; en estas pozas tendrán que permanecer el lote 7 horas para así culminar el tiempo óptimo de congelamiento, que es de 18 horas.

Esto permitirá controlar el ciclo de congelamiento de las barras, especialmente en lo que respecta al tiempo de permanencia en cada poza. Las barras deben permanecer 11 horas en la poza productora y 7 horas en la selladora para evitar la formación de barras de hielo huecas que deban ser devueltas por los clientes. Es importante destacar que, para garantizar el buen funcionamiento del control de barras, es necesario tener una infraestructura y maquinaria en buen estado. Por ello, se propone la renovación de los moldes en mal estado, la mejora de las tapas para proteger las barras de hielo de materiales particulados e impurezas, y la lotización de cada poza.

Figura 28:

Diagrama de flujo de control de barras



Nota: elaboración propia

En la Figura 28, se muestra el proceso de control de las barras de hielo desde el tanque de producción hasta el tanque de sellado. Además, en la Figura 29 se muestra el diagrama de flujo para el proceso de verificación en el tanque de producción, utilizando el Registro RGL002, mientras que en la Figura 30 se muestra la secuencia de actividades






del tanque de sellado. El registro RGL003 se utiliza para mover el lote a la etapa de desmolde, con un tiempo de sellado de 420 minutos o 7 horas.

Se implementó la codificación de lotes para el personal del área de congelación, en particular los operadores de control de barras de ambos turnos, para monitorear el estado de la barra, el tiempo de congelación restante para cada lote y permitir el envío oportuno del lote correcto, cumpliendo con el estándar de calidad de 18 horas de la empresa. El tiempo de transferencia desde el llenado hasta la llegada del tanque se redujo al permitir que los operadores administraran de manera eficiente el movimiento de lotes entre tanques. Esto también facilita la entrada de nuevos lotes en el tanque de producción.

En la Figura 31 se muestra el diagrama de flujo de operaciones o con un tiempo de 660 minutos, es decir 11 horas.

Figura 29:






Diagrama de flujo de la Operación de verificación

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
									
Retirar las tablas	0,6	0,6		X					Utilizar el respectivo registro
Revisión del registro de control de barras	0,25	0,25			X				
Total	0,85	0,85	0						

Nota: Elaboración propia

Figura 30:






Diagrama de flujo de la Operación de término de congelamiento

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
									
Sellado de hielo	420	420		X					Utilizar el respectivo registro
Revisión del registro de control de barras	0,25	0,25			X				
Total	420,25	420,25	0						

Nota: Elaboración propia

Figura 31:

Diagrama de flujo de operaciones

Descripción	Tiempo (min)	V.A	N.V.A	Simbología					Observaciones
									
Congelamiento	660	660		X					Supervision por el operario
Total	660	660	0						

Nota: Elaboración propia

3.11.2. Registro

La producción de moldes de hielo también implica el consumo de grandes cantidades de agua para producir el hielo. En algunas regiones, la extracción o el uso intensivo del agua están regulados, por lo que deberá cumplir con las regulaciones ambientales locales relacionadas con el uso del agua y la eliminación de desechos. Si utiliza refrigerantes en equipos de congelación, también deberá asegurarse de cumplir con las regulaciones relacionadas con el uso y la eliminación de estos productos.

En la Tabla 36 se presenta un modelo de Registro que debe ser aplicado en la poza productora por el encargado de esta tarea, quien anotará los datos tal como se presenta, debido a que se usan químicos, los cuales deben ser eliminados de manera sostenida, evitando que se genere daños al ecosistema y así cumplir con las normas legales que rigen en el país.

Tabla 36:

Registro en la poza productora

RGL002: REGISTRO EN LA POZA PRODUCTORA					
Fecha:		Nombre del encargado:		Firma del supervisor:	
N° Lote	Fila	N° Poza	Hora entrada	Hora de salida	

Nota: Elaboración propia

La creación de maquetas de hielo implica el uso de equipamiento eléctrico, maquinaria pesada y potencialmente bajas temperaturas, lo que puede conllevar riesgos laborales. Por tanto, es esencial cumplir con las normativas de seguridad laboral y salud

ocupacional para garantizar la protección de los trabajadores. Además, es crucial disponer de equipos de protección personal apropiados, como guantes y gafas de seguridad. Asimismo, se debe asegurar que las instalaciones son seguras para su uso, evitando riesgos como accidentes relacionados con el frío extremo (Perez Galvez, 2023).

En la Tabla 37. Se presenta el registro en la poza selladora, que debe ser llenada de igual forma que la anterior, para establecer un control adecuado de los desechos que se generan en la producción de hielo en la empresa Fhisachi S.A., la misma que debe cumplir con las regulaciones ambientales, tal como lo dispone las leyes del país para cumplir con la protección del medio ambiente.

Tabla 37:

Registro en la poza selladora

RGL003: REGISTRO EN LA POZA SELLADORA					
Fecha:		Nombre del encargado:		Firma del supervisor:	
N° Lote	Fila	N° Poza	Hora entrada	Hora de salida	

Nota: Elaboración propia

3.11.3. Procedimiento de control de parámetros

La propuesta para abordar el problema del control de parámetros se basa en la falta de seguimiento en Fhisachi S.A., lo que impide las condiciones correctas del sistema para la congelación de barras de hielo y el logro del producto esperado. Estos parámetros son la concentración de salmuera y la temperatura de la poza de almacenamiento de hielo, crucial para una congelación eficiente cuando se mantiene a los niveles deseados, como 26°Be para la concentración de salmuera y -1°C para la poza de almacenamiento y -5°C para el sellador.

Esto permitirá a los operadores de control de barras realizar los ajustes necesarios para garantizar que los parámetros estén dentro de los valores especificados, que están estrechamente relacionados con los insumos más importantes de la empresa: sal y amoníaco. Estudios previos han demostrado que el control de estos parámetros conduce a un aumento de la productividad en las fábricas de este sector.

Además, el procedimiento implica el uso de instrumentos para la medición y calibración de parámetros, siguiendo pautas específicas. Se recomienda cambiar la salmuera anualmente para lograr una mejor concentración de sal para una congelación eficiente y un mejor cumplimiento del tiempo de ciclo.

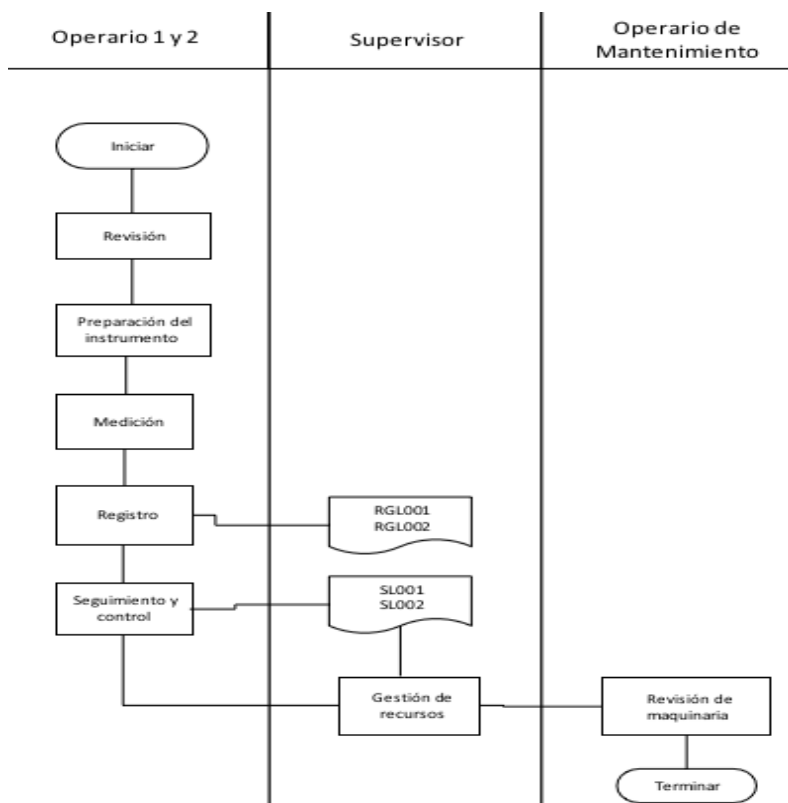
- La densidad deseada es de 26°Be. Si no se alcanza la densidad esperada, se debe solicitar la adición de sal, con una proporción de 17 sacos para aumentar en 1°Be. Esta relación se ha calculada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 3Be &\longrightarrow 50 \text{ sacos} \\
 1Be &\longrightarrow x \\
 x &= 16.67 = 17 \text{ sacos}
 \end{aligned}$$

- La temperatura depende de la poza en la que se realice la medición, sin embargo, la temperatura de las pozas productoras debe estar en torno a los -1°C y para las pozas de sellado en torno a los -5°C. La temperatura de las pozas productoras es más alta porque los mohos con agua en comparación con la temperatura de las otras pozas, que son más bajas porque las barras de hielo ya están congeladas.

Figura 32:

Diagrama de flujo de control de parámetro



Nota: Elaboración propia

3.12. Tiempo Estándar

3.12.1. Tiempo promedio de la propuesta

Luego de lo propuesto anteriormente en las distintas operaciones estudiadas, se obtuvo un nuevo tiempo promedio por cada operación, el cual solo podremos observar en la Tabla 38

Tabla 38:

Nuevo tiempo promedio

Etapa	Operaciones	Tiempo Promedio (min)
Llenado	Llenado del tanque dispensador	10,45
	Llenado de moldes	1,603
Congelado	Transporte a la poza productora	0,92
	Colocar los moldes en la poza	0,9
	Congelado	660
	Verificación del producto	0,85
	Transporte a otra poza selladora	0,42
	Termino de congelado	420,25
	Desmoldado y despacho	Transporte a baño maría
	Baño maría	2,45
	Desmolda las barras	1,3
	Inspección final y entrega del producto	0,4
	Trituración	1,47
Total		1101,513

Nota: Elaboración propia

La Tabla 38 nos muestra, que los tiempos promedios de cada operación, teniendo el cuello de botella en la operación de congelado con 660 minutos y un tiempo de ciclo de 1101,513.

3.12.2 Tiempo Normal

Como se llega a observar en la siguiente Tabla, los tiempos normales de todas las operaciones, que se ha calculado con la multiplicación del factor de calificación con el tiempo promedio, teniendo así, como resultado el tiempo normal del cuello de botella, en el que, nos indica que es 679,80 minutos y el menor tiempo normal la inspección final y entrega del producto es de 0,45 minutos.

Tabla 39:*Tiempo Normal*

Operaciones	Factor de calificación	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)
Llenado del tanque dispensador	1,08	10,45	11,29
Llenado de moldes	1,08	1,603	1,73
Transporte a la poza productora	1,08	0,92	0,99
Colocar los moldes en la poza	1,45	0,9	1,31
Congelado	1	660	679,8
Verificación del producto	1,47	0,85	1,25
Transporte a otra poza selladora	1,08	0,42	0,45
Termino de congelado	1,08	420,25	453,87
Transporte a baño maría	1,08	0,5	0,54
Baño maría	1,05	2,45	2,57
Desmolda las barras	1,1	1,3	1,43
Inspección final y entrega del producto	1,13	0,4	0,45
Trituración	1,18	1,47	1,73

Nota: Elaboración propia

3.12.3. Tiempo Estándar

Se ha considerado dentro del factor de suplemento a los constantes, ya que es obligatorio, las cuales contiene el suplemento por necesidades personales y base por fatiga en un total de 9%, debido a que todos los operarios son hombres, después se ha considerado el suplemento variable de trabajar de pie con un 2%, debido a que todas las operaciones se realizan de pie, respecto al uso de fuerza solo se ha considerado en las operaciones de desmolde y entrega del producto final con un 9%.

Esto ayuda porque se deben sacar los bloques de hielo del molde y luego empujarlos a la trituradora, respecto al suplemento de ruido se ha considerado para todos los transportes un 2%, ya que el tecla emite un ruido y para la trituración un 5% por el ruido de la máquina que tritura y finalmente la monotonía para todas las operación con un 1%.

Sin embargo, no se ha tomado un factor de suplemento para el congelamiento porque el operario no realiza alguna actividad en esta operación. Finalmente se halla el tiempo estándar de cada operación, utilizando la siguiente fórmula:

$$Tiempo\ estandar = \frac{tiempo\ normal}{(1 - factor\ suplemento)}$$

Tabla 40:*Tiempo Estándar*

Actividades del proceso	Tiempo normal (min)	Factor de Suplemento	Tiempo Estándar (min)
Llenado del tanque dispensador	11,29	12%	12,8
Llenado de moldes	1,73	12%	2
Transporte a la poza productora	0,99	14%	1,2
Colocar los moldes en la poza	1,31	12%	1,5
Congelado	660	-	660
Verificación del producto	1,25	12%	1,4
Transporte a otra poza selladora	0,45	14%	0,5
Termino de congelado	453,87	12%	515,8
Transporte a baño maría	0,54	14%	0,6
Baño maría	2,57	12%	2,9
Desmolda las barras	1,43	21%	1,8
Inspección final y entrega del producto	0,45	21%	0,6
Trituración	1,73	17%	2,1
Total			1203,2

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 40 el tiempo estándar de cada operación, es decir que para que el operario realice de forma calificada y en condiciones normales el llenado requiere de 12,8 min y así para todas las operaciones, teniendo un tiempo total de 1203,2 minutos.

3.13. Cuadro Comparativo de indicadores

Finalmente se muestra el resultado de los nuevos indicadores después de la mejora, para ver el contraste con los indicadores calculados en el diagnóstico y la reflejar la mejora en indicadores. Como se puede observar se han obtenido mejores resultados de los indicadores después de la mejora, respecto a la producción actual de 21,25 t/día, donde aumento en 18%, es decir que se podrá percibir un 18% más de ingresos, después de la mejora, por el aumento de la producción.

Respecto a la eficiencia física de la materia prima, se utilizará en un 100%, debido a la instalación del nuevo sistema de llenado de cisterna, que ayudará a utilizar el agua en su totalidad y no permitir el rebalse del agua ni el desperdicio de esta. La productividad actual aumentó en un 1% respecto a la productividad anterior, es decir que cada operario va producir 3,5t/h, es decir que los operarios realizaran sus actividades de forma más eficiente, por lo que habrá más producción.

En el mejorado proceso de producción de hielo se tiene el cuello de botella en la misma etapa que es el congelamiento, el cual se redujo en un 18,3%, equivalente a 4,4 horas, es decir que se puede congelar en un menor tiempo, tomando en cuenta el control de los parámetros para llegar al congelamiento óptimo en el tiempo de 19,6h. Esto me permite obtener una mejor utilización de la fábrica, la cual después de la mejora será en un 79% en comparación con la actual que es de 41%, teniendo un aumento de 92,6%, es decir que se está aprovechando más la capacidad de la empresa.

Finalmente, respecto al tiempo de ciclo, se disminuyó en 269 min, es decir en 4,49 h, debido a la eliminación de actividades que no agregan valor como algunas revisiones innecesarias, transportes y actividades consecuentes de la falta de control en la actividad anterior, como es la de manipular el tecla para retirar agua en la operación de llenado de moldes y también la reducción de tiempo del congelamiento.

Tabla 41:

Cuadro Comparativo de Indicadores

Indicadores	Antes de la mejora	Después de la mejora
Producción	21,25 t/día	25,15 t/día
Eficiencia	90%	100%
Productividad	3,03 t/h-hombre	3,59t/h-hombre
Cuello de botella	24 h	19,6 h
Utilización	41%	100%
Tiempo de ciclo	1472,57 min (24,54 h)	1003,03 min (16,51)

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 42. Se muestra el resumen del nuevo DAP, donde se tiene 8 operaciones que se realizan en un tiempo de 1198,9 min, una inspección de 1,40 min una inspección y supervisión de 0,43 min y finalmente tres transportes en un tiempo de 2,3 min, teniendo un nuevo tiempo de ciclo para la producción de hielo industrial en bloques de 1003, 03 minutos.

Cabe mencionar que en ciertas operaciones ha aumentado el tiempo que requiere llevarlas a cabo después de la mejora, debido al tiempo estándar, un tiempo que toma en cuenta diferentes factores que permiten realizar la actividad en un tiempo real y alcanzable, involucrando diferentes factores como fatiga, cansancio, entre otros.

Tabla 42:*Resumen del nuevo DAP*

Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia
Operación	8	1098,90	
inspección	1	1,40	
Combinada	1	0,43	
Transporte	3	2,30	110m
Total	13	1003,03	110m

*Nota: Elaboración propia***3.14. Análisis de Aplicación de la Propuesta**

Los resultados del análisis de los ingresos percibidos después de la mejora, al incrementar la capacidad de producción y no teniendo devoluciones y de los egresos de la propuesta de mejora se evaluará de forma mensual durante ocho meses, en función de la inversión de infraestructura y el sistema de llenado del tanque dispensador. Los demás egresos se consideran mensualmente como el de capacitación y mantenimiento. Las mejoras propuestas varían respecto a costos, por tal motivo se muestran las especificaciones en cada una.

En la siguiente Tabla 43 se muestran los costos para la mejora del control de barras en el sistema de congelación de la empresa Fhisachi S.A., en la que se necesita invertir en infraestructura. Cabe recalcar que el costo unitario de cada molde es brindado por la empresa, es decir fabricado por la empresa.

Tabla 43:*Costos para el control de barras de hielo*

Infraestructura	Unidades	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Moldes	240	37	8880
Material para lotización (pintura y brocha)	1	5	5
Tapas de madera	12	11	132
Total			9017

Nota: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 44 de costos anuales de mantenimiento preventivo, se muestra los costos específicos por cada maquinaria crítica que posee la empresa Fhisachi S.A., como la mano de obra, insumos, materiales, entre otros.

Tabla 44:*Costos anuales de mantenimiento*

Costos anuales de Mantenimiento preventivo			
Agitadores			
Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mano de Obra	4	39	156
Insumos	3	2	6
Materiales	3	5	15
Rodamientos	12	31	372
Fajas	24	7	168
			717
Compresores			
Mano de Obra	3	132	396
Insumos	1	529	529
Materiales	3	5	15
Filtro	3	317	951
Cilindro	3	158	474
			2365
Condensador			
Mano de Obra	4	92	368
Insumos	1	1005	1005
Materiales	8	47	376
			1749
Tecles			
Mano de Obra	2	52	104
Insumos	1	111	111
Materiales	4	21	84
			299
TOTAL			5130

Nota: Elaboración propia

Los ingresos totales se han tomado de la Tabla 45, de todas las ganancias que percibiría la empresa implementando la mejora, y respecto a los egresos se han tomado de la Tabla 45, en donde incluye el costo por el nuevo sistema de llenado del condensador, infraestructura para el control de barras, capacitaciones, EPPS, y los servicios de mantenimiento

Tabla 45:

Gastos Generales de reparaciones

ÍTEM	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Control de barra de hielo	1	9.017,00
Mantenimiento de compresores	1	3.995,00
Mantenimiento preventivo de equipos	1	5.130,00
Costo dispensador	1	2.440,00
Sumatoria de Valores		\$ 20.582,00

Nota: Elaboración propia

3.15. Análisis de Costo de Maquinaria Nueva

Analizando los valores contemplados en la Tabla 45, esta refleja un gasto total de \$ 20.582,00, que se usaran para tener operativa nuevamente a la empresa Fisachi S.A., en la producción de hielo en marquetas, la cual, usando la lógica, en seis meses se presentaran nuevamente estos problemas y se perderá todo el analisis llevado cabo durante este proceso.

Por lo que, indagando en el mercado comercial referentes a estas maquinarias con tecnología de punta y de fácil manejo, hay una que tiene un costo de \$ 23.800,00 cuya diferencia es de \$3.218,00 que muy bien puede ser asumida por la empresa, con lo que se estaría realizando una inversión a largo plazo, cuya maquinaria tiene una garantía de 1 año, la cual se puede extender, previo la firma del contrato con el proveedor.

Tabla 46:

Características del Equipo RC2-5508

ABI300 parámetros automáticos de la máquina de hielo en bloque			
Nombre	unidad	parámetro	
Hambell parámetro del compresor	modelo	RC2-550B	
	refrigeración Capacidad (kW)	311,1	
	Potencia (kW)	141,4	
temperatura de condensación	grado Celsius (°C)	38	
temperatura de evaporación	grado Celsius (°C)	-15	
temperatura ambiente	grado Celsius (°C)	28	
temperatura de agua	grado Celsius (°C)	dieciséis	
refrigerante		R507	
voltaje	V / P / HZ	380 / 3 / 50	
motor de elevación	Potencia (kW)	11	
Torre de enfriamiento	Potencia (kW)	2.2	
bomba de enfriamiento	Potencia (kW)	7,5	
50 kg bloque de hielo	dimensión del hielo L * W * H (mm)	435 * 150 * 850	
	doble Evaporador dimensión de la máquina L * W * H (mm)	11000 * 2240 * 2500 * 2 Evaporador	3200 * 2000 * 2500 unidad de compresor
	simple Evaporador dimensión de la máquina L * W * H (mm)	14000 * 2900 * 2650 Evaporador	3200 * 2000 * 2500 unidad de compresor

Nota: Elaboración propia

Tomando esta iniciativa, la aplicación de la propuesta quedaría de la siguiente manera:

Tabla 47:

Presupuesto de aplicación de la Propuesta

ÍTEM	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Inversión				
Honorarios para investigador	3	Meses	550,00	1.650,00
Capacitaciones	3	meses	300,00	900,00
Equipos de Oficina	1		150,00	150,00
Epps	1		1.102,00	1.102,00

Equipos tecnologías (Depreciación)	1	55,00	55,00
		23.800,00	23.800,00
Subtotal			27.657,00
Imprevistos (10%)			2.765,70
COSTO TOTAL			\$ 30.422,70

Nota: Elaboración propia

El valor de \$ 30.422,70 dólares, es la cantidad estimada para el desarrollo de la propuesta de un modelo de optimización de la cadena de suministro empleando la teoría de restricciones para la empresa Fisachi S.A., donde se establece un flujo de caja de 5 años y una tasa referencial estipulada por el Banco Central del Ecuador para créditos de consumo en marzo de 2024 es del 16,26%. 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 se estableció en el presupuesto.

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

Tabla 48:

Flujo de caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	\$ 30.422,70					
Ingresos		\$ 261,323.61	\$ 261,323.61	\$ 261,323.61	\$ 261,323.61	\$ 261,323.61
Gastos		\$ 214,868.11	\$ 214,868.11	\$ 214,868.11	\$ 214,868.11	\$ 214,868.11
Beneficio Neto		\$ 46,455.5	\$ 46,455.5	\$ 46,455.5	\$ 46,455.5	\$ 46,455.5
Depreciación		\$ 6084,54	\$ 5,376.40	\$ 5,376.40	\$ 5,376.40	\$ 5,376.40
VAN	\$ 147,919.19					
TIR	173,1%					

Nota: Elaboración propia

1. **Punto de equilibrio:** 7 meses. Esto significa que la inversión inicial se recuperará en aproximadamente 7 meses.
2. **Tasa Interna de Retorno (TIR):** 173.1%. Esto indica que la inversión generará un retorno del 173.1% sobre la inversión inicial.
3. **Valor Actual Neto (VAN):** \$147,919.19. Esto significa que la inversión genera un valor actual neto de \$147,919.19.

Se menciona los siguientes indicadores a tomar en cuenta:

- El punto de equilibrio es relativamente corto (7 meses).
- La TIR es muy alta (173.1%).
- El VAN es positivo y significativo (\$147,919.19).

Por lo tanto, según estos indicadores financieros, la propuesta es rentable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que: La rentabilidad también depende de factores no financieros, como el riesgo, la competencia y el mercado.

3.16. Análisis de Costo – Beneficio de Maquinaria Nueva

Es necesario destacar que con la aplicación de la nueva maquinaria modelo RC2-5508, se destacan los siguientes beneficios:

- Las maquinarias existentes cumplieron su ciclo de vida y es hora de realizar cambios que permitan tecnificar la producción de marquetas de hielo.
- Los gastos Generales que se producen por reparaciones y mantenimiento, tal como se refleja en la Tabla 45 (\$ 20.582,0), durante el siguiente año de la implementación de la maquinaria, quedarían en 0, siempre y cuando exista un buen manejo de la misma, previa capacitación para el uso eficiente del producto.
- La empresa, dentro de la producción de marquetas de hielo estaría operativa al 100% de su capacidad: si antes de la propuesta era de un 41%, se mejoraría en un 59% (Tabla 41).
- Los gastos de pérdidas por desperdicio de materia prima (agua), prácticamente se eliminaría porque la maquinaria es automática, y el proceso de llenado de los moldes, una vez que se llenaron, se cierra el abastecimiento de agua de forma automática.
- Esta maquinaria es con tecnología de punta y requiere de capacitación del personal a cargo de ella, para que no sufra desperfectos por mal uso y se pierda la garantía del distribuidor.
- Pero lo más importante, es que si en el mes de julio (31 días) del 2024 se obtuvo una producción de 12567 barras de hielo, en el mes de octubre del 2024, se pudo obtener una producción de 30650 marquetas de hielo, trabajando al 100%.
- Pero esta maquinaria, por cuestiones técnicas, comerciales (oferta – demanda), no puede operar al 100%, lo debe hacer de acuerdo al requerimiento del producto de los clientes.

- Esos valores ($30650 \times \$ 3.25 = \$ 99.612,50$ al mes), evidencian que si existe una mejoría sustancial en la puesta en práctica de la propuesta, cuya inversión tendría su punto de equilibrio a los 7 meses.

3.17. Marco de discusión

En el apartado del estado de arte, se utilizó la Revisión Literaria Sistemática y el análisis de citas para explorar las diferentes herramientas empleadas en cada caso de estudio, en particular aquellos orientados a la optimización de la cadena de suministro

dentro de una empresa u organización. A partir del artículo más recurrente, se utilizó la teoría de las restricciones como herramienta para identificar las restricciones del sistema productivo y realizar una propuesta de aumento de la producción con los mismos recursos.

Es importante destacar que el enfoque de esta investigación es de naturaleza cuantitativa. Su diseño es descriptivo ya que registra los diferentes fenómenos que ocurren en el proceso para su respectivo análisis. Adicionalmente, es correlacional ya que se limita a la relación entre las variables independientes y dependientes para la adopción de la optimización en el proceso productivo de Fhisachi S.A. (Lucia Rodríguez, La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial., 2021)

La investigación operativa se caracteriza por utilizar métodos analíticos muy avanzados y técnicas especiales para lograr su objetivo, lo que ayuda a proporcionar soluciones a diversos problemas existentes como la planificación, organización, integración y control, que pueden surgir en cualquier tipo de escenario, ya sea natural o causado por la intervención humana (Taha, 2019)

No fue necesario sacar una muestra para seleccionar a la población, ya que hay 15 personas trabajando en la línea de producción. Por lo tanto, se realizó un censo que incluye a todas las personas involucradas, con el fin de conocer el estado actual de la empresa (Suárez P., 2022).

El gerente de la organización autorizó el uso de optimización para llevar a cabo un estudio en la línea de producción con el objetivo de promover la educación superior entre los universitarios y convertirlos en una fuerza motriz para cambiar positivamente el rumbo industrial del país.

CONCLUSIONES

En consecuencia, la implementación cumplió efectivamente con el objetivo principal de optimizar la cadena de suministro en los procesos de producción de Fhisachi S.A., al tiempo que abordó la pregunta asociada. Se espera que esto conduzca a una mayor eficiencia en el proceso de producción.

La realización de un análisis de revisión sistemática de la literatura proporciona un soporte sólido y confiable a la información obtenida del estado del arte, permitiendo la validación de las variables. Se obtuvieron 30 artículos de acuerdo con la optimización y su relación con la teoría de restricciones.

La construcción de un marco metodológico es esencial, ya que ayuda al investigador a seleccionar técnicas, instrumentos y métodos para la recolección de datos, así como a replicar una metodología ya implementada por uno o más autores.

A través de la implementación de la optimización, se han logrado mejoras en los cuellos de botella identificados en el sistema de producción.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados de la investigación sobre Optimización de la Cadena de Suministro utilizando la Teoría de las Restricciones en Fhisachi S.A., Cantón La Libertad, se sugieren las siguientes recomendaciones a considerar:

El uso de una metodología como la revisión literaria sistemática con análisis de citas, a través de varios motores de búsqueda, permite a los investigadores acceder a una amplia gama de documentos actualizados y disponibles públicamente para realizar el análisis del estudio respectivo.

El marco metodológico es necesario para establecer la técnica, los instrumentos y las metodologías que se utilizarán, por lo que recomiendo utilizar técnicas sencillas pero útiles para la recolección de datos.

La optimización es beneficiosa para hacer estimaciones sobre la mejora de procesos, ya que permite realizar proyecciones tanto a corto como a largo plazo. Es recomendable a la hora de estimar los beneficios potenciales de mejorar la eficiencia de un proceso concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- AG., V. V. (2020). *Theory of constraints*. Surhone, L. M., Timpledon, M. T., & Marseken, S. F. .
- Ansolabehere, K. C. (2024). *Diseños de investigación: Metodología en tesis* .
- Arévalo Vélez, M. (2024). El comercio electrónico en las pequeñas empresas colombianas. *Revista científica colombiana, Arca*, tdea.edu.co.
- Avendaño Prieto, G. C. (2019). Universidad EAN. *Optimización de procesos en ingeniería*.
- Beamon, B. M. (2020). Supply chain design and analysis. *International Journal Of Production Economics*.
- Bernabé, O. (2023). *Modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones en la empresa Marina Trading S.A. cantón Salina, Ecuador*. Ecuador.
- Buitrago Leiva, J. N. (2019). Optimización de los procesos productivos de la Fuerza Aérea de Colombia mediante la economía circular. . *Análisis Jurídico - Político*, , 1(1), 189–208. <https://doi.org/10.22490/26655489.3616> .
- Cañedo González, C. M. (2023). Gestión y Desarrollo libre. En J. Garizurieta-Bernabé, *Optimización del proceso logístico en la cadena de suministro con miras a la sostenibilidad*. Orlando.
- Cañedo-González, C. M.-B. (2020). Optimización del proceso logístico en la cadena de suministro con miras a la sostenibilidad. . *Gestión y Desarrollo Libre*.
- Cañedo-González, C. M.-B. (2021). Optimización del proceso logístico en la cadena de suministro con miras a la sostenibilidad. *Gestión y Desarrollo Libre*.
- Cardenas, E. A. (2022). Análisis de los cuellos de botella en la logística internacional de las Pymes de confecciones en Colombia. *Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*.
- Cardona Arias, J. A. (2020). La investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. *Revisiones sistemáticas de la literatura científica*.
- Chopra, S. &. (2020). *Administración de la cadena de suministro*. . En Pearson Educación eBooks.
- Christopher, M. &. (2022). Building the Resilient Supply Chain. . *The International Journal Of Logistics Management*.

- Cruz Baltazar, J. (2023). *Incremento de productividad en el proceso constructivo de una obra de pavimentación urbana, aplicando la Teoría de las Restricciones*. Obtenido de repositorio.uncp.edu.pe.
- Deroncele Acosta, A. G. (2021). El mapeo epistémico: herramienta esencial en la práctica investigativa. . *Revista Universidad y Sociedad*.
- DHZ Silva, L. C. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento*.
- Flynn, B. B. (2020). The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. . *Journal Of Operations Management*.
- Francis, T. &. (2021). *Theory of constraints: Creative problem solving*. . Nagarkatte, U. P., & Oley, N.
- Galvis, M. T. (2021). OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE BIODIESEL a PARTIR DE LA PALMA DE ACEITE EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER y SUR DEL CESAR. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*.
- Gutiérrez, E. O. (2019). Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos. *STUDIES IN MULTIDISCIPLINARY REVIEW*.
- Huanca, A. C. (2020). Procedimiento metodológico basado en competencias. . *Editorial Academica Espanola*. .
- Levinson, W. A. (2020). *Beyond the theory of constraints: How to eliminate variation & maximize capacity*. . Productivity Press.
- López Muñoz, N. &. (2020). Diseño e implementación de un estudio de tiempos para la producción en Hahell Sport. . *Universidad Santo Tomas*. .
- López Telenchana, L. S. (2020). Diseño e implementación de un sistema integrado para disminuir tiempos muertos en líneas de producción industrial. *ConcienciaDigital*, 3(3.1), 126–141. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1>.
- Lucia Rodríguez, O. (2021). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial. *Dictamen Libre*.
- Lucia Rodríguez, O. (2021). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial. . *Teoría de restricción como herramienta de mejora*.
- Mabin, V. (2022). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmeccánica. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*.

- Martínez, D. V. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*.
- Martínez, D. R. (2021). Una revisión teórica de sus dimensiones y forma de medición. *RECAI Revista de Estudios En Contaduría Administración E Informática*.
- Mauricio, D. M. (2020). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial.
- Mendoza, A. A. (2020). Optimización multiobjetivo en una cadena de suministro.
- Mentzer, J. T. (2021). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Journal of Business Logistics*, 25.
- Milio, C. (2020). Homo Sapiens, el eslabón débil de la seguridad de la información. *Revista Abierta de Informática Aplicada*.
- Molina Molina, D. (2024). Análisis e interpretación de datos: aportes de la información cuantitativa. *Anekumene*.
- Nagarkatte, U. P. (2021). REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. *Theory of constraints: Creative problem solving*.
- Ortiz Araya, V. &. (2020). PROPOSICIÓN DE UN PLAN JERÁRQUICO DE LA PRODUCCIÓN PARA OPTIMIZAR UNA CADENA DE SUMINISTRO. *Dyna*, 91(1), 128–128.
- Ortiz Triana, V. &. (2020). La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 27, 74–90. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2964>.
- Osorio, R. (2019). La investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. *Revisiones sistemáticas de la literatura científica*.
- Osorio, &. R. (2020). La investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. *Revisiones sistemáticas de la literatura científica*.
- Pérez de la Cruz, C. &. (2021). Un algoritmo genético para un problema de horarios con restricciones especiales. *Revista de Matemática Teoría y Aplicaciones*.
- Pérez de la Cruz, C., & Ramírez Rodríguez, J. (2022). Un algoritmo genético para un problema de horarios con restricciones especiales. *Revista de Matemática Teoría y Aplicaciones*.
- Pérez Galvez, J. F. (2023). Creación y Regulación de Centros y Establecimientos Sanitarios. *Autorización, Registro E Inspección*. Editorial Bosch.

- Popomeya, P. &. (2023). SIMULACION DE PROCESOS EN INGENIERIA QUIMICA APLICADA A INTERCAMBIADOR DE CALOR. tecnm.mx.
- Quintero, M. E. (2019). Modelo de optimizacion para evaluacion ex ante de alternativas productivas y cuantificacion de externalidades en cuencas andinas. *Modelo de evaluacion economica, social y ambiental de usos de la tierra*.
- Rashid, M. B. (2020). *Fundamentos de La Teoria de Restricciones*. Simplicidad Inherente: Libros En Red.
- Reátegui, M. L. (2021). Costos directos de producción en la rentabilidad del cultivo de la papaya en la provincia de Mariscal Cáceres. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(6).
- Restrepo Carvajal, C. A. (2021). Aplicación de la Teoría del Cambio para la Gestión de Proyectos Públicos. *Revista Innovación y Desarrollo Sostenible*.
- Roa-Espinoza, R. A.-C. (2024). Desempeño Laboral: Una revisión sistemática de la literatura desde un análisis cuantitativo. *Revista venezolana de gerencia*.
- Rodríguez, L. (2021). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial.
- Romero, R. M. (2022). *La liberalización del sector aeronáutico y su impacto sobre las relaciones laborales individuales del personal a bordo de aeronaves*.
- RRP Veliz, R. E. (2021). La teoría de restricciones integrada en los sistemas ERP y la toma de decisiones gerenciales. *Journal Business Science-ISSN*.
- Sánchez Martínez, D. V. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *Tepexi boletín científico de la escuela superior tepexi del río*.
- Schragenheim, E. C. (2021). Throughput economics: Making good management decisions. *Routledge Cavendish*.
- Setyaedhi, H. S. (2024). Comparative test of cronbach's alpha reliability coefficient, Kr-20, Kr-21, and split-half method. *Journal of Education Research and Evaluation*.
- Stein, R. E. (2022). *The theory of constraints: Applications in quality manufacturing*. CRC Press.
- Suárez P., I. T. (2022). Diseño y validación desde la perspectiva cuantitativa. *Técnicas e instrumentos de investigación*.
- Taha. (2019). Investigación de operaciones. *Alfaomega Grupo Editor*.
- Taylor, F. &. (2021). Theory of constraints: Creative problem solving. *Toc y la mejora continua*.

- Techt, U. (2019). Goldratt y la Teoría de Restricciones. En *El Salto Cuántico en Gerencia*. (pág. ibidem.). Colombia.
- Villavicencio Caparó, E. (2020). ¿CÓMO PLANTEAR LAS VARIABLES DE UNA INVESTIGACIÓN?: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES. . *Activa Revista Científica*.
- Villegas, J. T. (2023). *Teoria de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos*. STUDIES IN MULTIDISCIPLINARY REVIEW.
- Wurbs, R. A. (2020). Reservoir-System Simulation and Optimization Models. . *Journal Of Water Resources Planning And Management*.
- Zaremborg, G. (2023). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. . *Tepexi boletín científico de la escuela superior tepeji del río*.

ANEXOS

Anexo 1; Mangueras proceso de congelado



Anexo 2: Pozas proceso de llenado



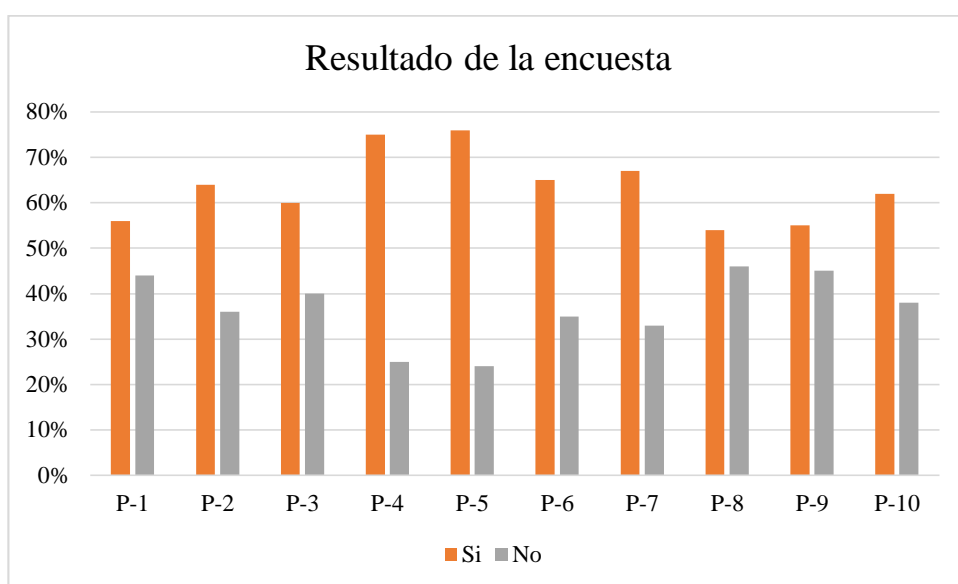
Anexo 3: Tecla mecánica



Anexo 4: Compresor



Anexo 5: Resultado de la encuesta



Anexo 6: Cálculos de KR-20

PREGUNTAS											
Individuos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
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
Totales	11	11	9	3	12	9	9	8	8	6	
p	0,73	0,73	0,60	0,20	0,80	0,60	0,60	0,53	0,53	0,40	
q	0,27	0,27	0,40	0,80	0,20	0,40	0,40	0,47	0,47	0,60	
p*q	0,20	0,20	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24	0,25	0,25	0,24	
Σ(p*q)	2,17										
σ²	11,17										
K	10										

0,81

1,1

Anexo 7: Cuestionario transcrito en IBM SPSS Statistics 25

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P1	Numérico	8	0	Pregunta 1	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	P2	Numérico	8	0	Pregunta 2	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	P3	Numérico	8	0	Pregunta 3	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	P4	Numérico	8	0	Pregunta 4	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	P5	Numérico	8	0	Pregunta 5	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	P6	Numérico	8	0	Pregunta 6	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	P7	Numérico	8	0	Pregunta 7	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	P8	Numérico	8	0	Pregunta 8	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	P9	Numérico	8	0	Pregunta 9	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	P10	Numérico	8	0	Pregunta 10	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
11	P11	Numérico	8	0	Pregunta 11	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
12	P12	Numérico	8	0	Pregunta 12	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
13	P13	Numérico	8	0	Pregunta 13	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
14	P14	Numérico	8	0	Pregunta 14	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
15	P15	Numérico	8	0	Pregunta 15	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
16	P16	Numérico	8	0	Pregunta 16	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
17	P17	Numérico	8	0	Pregunta 17	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
18	P18	Numérico	8	0	Pregunta 18	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
19	P19	Numérico	8	0	Pregunta 19	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
20	P20	Numérico	8	0	Pregunta 20	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
21	P21	Numérico	8	0	Pregunta 21	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
22	P22	Numérico	8	0	Pregunta 22	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
23	P23	Numérico	8	0	Pregunta 23	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
24	P24	Numérico	8	0	Pregunta 24	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
25	P25	Numérico	8	0	Pregunta 25	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
26	P26	Numérico	8	0	Pregunta 26	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
27	P27	Numérico	8	0	Pregunta 27	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
28	P28	Numérico	8	0	Pregunta 28	[1, S]...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

Anexo 8: Correlación de Pearson en IBM SPSS Statistics 25

CORRELATIONS
 /VARIABLES=P1 P2
 /PRINT=TWOTAIL NOSIG
 /MISSING=PAIRWISE.

Correlaciones

		Pregunta 1	Pregunta 2
Pregunta 1	Correlación de Pearson	1	,706**
	Sig. (bilateral)		,003
N		15	15
Pregunta 2	Correlación de Pearson	,706**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
N		15	15

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 9: Instrumento Cuestionario para la recolección de datos

INSTRUMENTO: CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS COLABORADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FHISACHI S.A.						
Objetivo: Determinar la situación actual de la empresa, mediante la opinión de los empleados, con la finalidad de analizar posibles restricciones que generan falencia en el proceso productivo.						
Cédula número:		Sexo:	masculino ()	femenino ()	Edad:	años
Dimensiones/indicadores/ítems				Escala		
				1. Sí	2. No	3. A veces
Dimensión 1: Reducción de Costos						
Indicador 1. Disminución en costos operativos						
1	¿Se ha implementado medidas en el rendimiento significativo de los costos operarios de producción?	1	2	3		
2	¿La empresa ha aprovechado aminorar los costos operativos dentro del proceso de producción durante los últimos 4 meses?	1	2	3		
Indicador 2. Ahorros en costos de producción						
3	¿Usted toma en consideración la duración dentro de cada proceso productivo?	1	2	3		
4	¿Existen detenciones programadas dentro del proceso de producción en los últimos 4 meses?	1	2	3		
Indicador 3. Minoración en costos de proceso de producción						
5	¿En el actual proceso productivo se ha experimentado inconformidad en el funcionamiento de maquinaria?	1	2	3		
6	¿Las actividades dentro del área del proceso productivo se estructuran de manera eficaz?	1	2	3		
Indicador 4. Reducción de costos en producción						
7	¿Los costos de producción han sido perfeccionados en los últimos meses?	1	2	3		
8	¿Existen estrategias empleadas en el proceso productivo que contribuyan a la atenuación de costos operativos?	1	2	3		
Dimensión 2: Mejora en tiempos de entrega						
Indicador 5. Reducción de tiempos de procesamiento						
9	¿Se ha logrado mitigar el tiempo de procesamiento de los productos en la cadena de suministro?	1	2	3		
10	¿Existen estrategias de mejoras en la cadena de suministro que podrán disminuir significativamente los tiempos de producción?	1	2	3		
Indicador 6. Mejora en tiempos de distribución						
11	¿En el sistema de proceso existen procesos con menor volumen de salida?	1	2	3		

12	¿La implementación de estrategias de mejoras permitirá una distribución mas rápida de productos?	1	2	3
Indicador 7. Reducción en tiempo de espera				
13	¿El tiempo promedio de los productos en espera han evolucionado en los últimos meses?	1	2	3
14	¿Los clientes están satisfechos con los tiempos de entrega?	1	2	3
Indicador 8. Cumplimiento de plazos				
15	¿Se ha venido desarrollando el cumplimiento de plazos de entrega establecidos en los clientes?	1	2	3
16	¿La empresa ha delimitado las demoras en la entrega de productos al cliente final?	1	2	3
Dimensión 3: Deficiencia operativa				
Indicador 9. Aumento en el uso de recurso				
17	¿Los recursos materiales y humanos han sido aprovechados de manera más funcional?	1	2	3
18	¿Se han impulsado estrategias de asignación en los recursos tras la maximización de procesos?	1	2	3
Indicador 10. Optimización de inventario				
19	¿La gestión del inventario ha sido optimizada para evitar exceso o escasez de productos?	1	2	3
20	¿Los niveles de inventario actuales son más eficientes en comparación con los de años anteriores?	1	2	3
Indicador 11. Automatización de proceso				
21	¿La automatización de procesos ha incrementado la eficiencia operativa en su área?	1	2	3
22	¿Se han automatizado procesos que antes eran manuales, fortaleciendo los tiempos de ejecución?	1	2	3
Indicador 12. Sincronización de actividades				
23	¿Las diferentes actividades dentro de la cadena de suministro están mejor sincronizadas?	1	2	3
24	¿La sincronización de actividades ha reducido los retrasos en la producción y entrega?	1	2	3
Dimensión 4: Mejora en la calidad del servicio				
Indicador 13. Satisfacción de cliente				
25	¿Los clientes han expresado una mayor satisfacción con el servicio recibido?	1	2	3
26	¿La empresa ha recibido menos quejas desde la implementación de mejoras en la cadena de suministro?	1	2	3
Indicador 14. Cumplimiento de especificaciones				
27	¿Los productos entregados cumplen con las especificaciones solicitadas por los clientes?	1	2	3
28	¿El porcentaje de errores en el cumplimiento de especificaciones ha disminuido?	1	2	3

Indicador 15. Calidad del producto final				
29	¿La calidad del producto final ha mejorado en comparación con períodos anteriores?	1	2	3
30	¿Se ha reducido el número de productos defectuosos entregados a los clientes?	1	2	3
Indicador 16. Mejora en la atención al cliente				
31	¿Los tiempos de respuesta del servicio de atención al cliente han mejorado?	1	2	3
32	¿Ha aumentado el número de clientes recurrentes?	1	2	3
Dimensión 5: Flexibilidad en las operaciones				
Indicador 17. Adaptabilidad a cambios en la demanda				
33	¿La empresa ha demostrado ser flexible para adaptarse a cambios en la demanda del mercado?	1	2	3
34	¿Los procesos internos permiten ajustar la producción en función de las necesidades del mercado?	1	2	3
Indicador 18. Flexibilidad en la producción				
35	¿La producción ha demostrado ser flexible ante cambios repentinos en los pedidos de los clientes?	1	2	3
36	¿La empresa ha ajustado su producción para adaptarse a nuevas oportunidades en el mercado?	1	2	3
Indicador 19. Respuesta rápida a cambios				
37	¿La empresa ha reaccionado rápidamente ante interrupciones o cambios imprevistos en la cadena de suministro?	1	2	3
38	¿El equipo de trabajo ha podido ajustar sus actividades ante cambios inesperados en la cadena de suministro?	1	2	3
Indicador 20. Diversificación de productos				
39	¿La empresa ha diversificado su oferta de productos para adaptarse mejor a las demandas del mercado?	1	2	3
40	¿Se ha mejorado la capacidad de la empresa para ofrecer nuevos productos en menos tiempo?	1	2	3

Anexo 10: Validación de instrumento por Experto 1

Validación de Instrumento por Experto 1

Nombre de instrumento: Cuestionario de Niveles de productividad

Objetivo: Conocer la escala valorativa de los niveles de productividad en FHSACH S.A., antes y después.

Dirigido a: Todos los trabajadores en el área de procesos de producción de la empresa FHSACH S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Herrera Brunett Gerardo Antonio


Grado académico del experto evaluador: Ingeniero Industrial
PhD Gestión Ambiental

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 34 años

Valoración:

Buena	Regular	Mala
		

La Libertad, 16 de octubre del 2024



Experto 1

Anexo 11: Validación de instrumento por Experto 2

Validación de Instrumento por Experto 2

Nombre de instrumento: Cuestionario de Niveles de productividad

Objetivo: Conocer la escala valorativa de los niveles de productividad en FHSACHI S.A., antes y después.

Dirigido a: Todos los trabajadores en el área de procesos de producción de la empresa FHSACHI S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Reyes Soriano Franklin Enrique

Grado académico del experto evaluador: Master en Sistemas Integrado de Gestión

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)


Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 20 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 16 de octubre del 2024



Franklin Reyes Soriano

Experto 2 0908335813

Anexo 12: Validación de instrumento por Experto 3

Validación de Instrumento por Experto 3

Nombre de instrumento: Cuestionario de Niveles de productividad

Objetivo: Conocer la escala valorativa de los niveles de productividad en FHSACHI S.A., antes y después.

Dirigido a: Todos los trabajadores en el área de procesos de producción de la empresa FHSACHI S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Alejandro Veliz Aguayo

Grado académico del experto evaluador: M.S.C en Ingeniería Mecánica
PhD en Ciencias de la Ingeniería

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

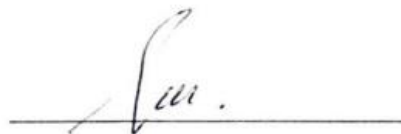
Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 33 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 16 de octubre del 2024



Experto 3

Anexo 13: Validación de instrumento por Experto 4

Validación de Instrumento por Experto 4

Nombre de instrumento: Cuestionario de Niveles de productividad

Objetivo: Conocer la escala valorativa de los niveles de productividad en FHSACHI S.A., antes y después.

Dirigido a: Todos los trabajadores en el área de procesos de producción de la empresa FHSACHI S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Victor Matias Pillasagua

Grado académico del experto evaluador: Ingeniero Industrial

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

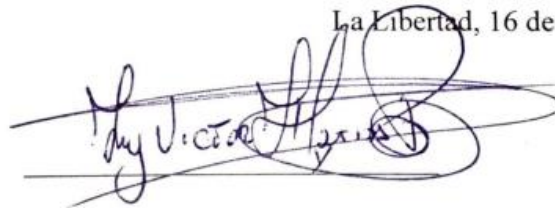
Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 30 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo

La Libertad, 16 de octubre del 2024



Experto 4

Anexo 14: Solicitud para recolección de datos



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Oficio N° 205-CII-UPSE-2024
La Libertad, 04 de octubre del 2024

Ingeniero
Rommel Lara Mejia
GERENTE GENERAL
FHISACHI S.A.
En su despacho

Reciba un atento saludo acompañado de los mejores augurios en el desempeño de sus funciones.

El fin del presente es solicitar autorización para que el señor **RIVERA GARCIA JOSE DAVID**, con cédula **2450781956**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Estatal Península de Santa Elena, pueda efectuar el levantamiento de datos para su proceso de trabajo de integración curricular (Trabajo de titulación), siendo el tema: OPTIMIZACION DE LA CADENA DE SUMINISTRO EMPLEANDO LA TEORIA DE RESTRICCIÓN PARA LA EMPRESA FHISACHI S.A., CANTON LA LIBERTAD., mismas que se desarrollarían en las áreas relacionadas a los aspectos de formación profesional, para su respectivo análisis e investigación.

En consideración a lo anterior, y si usted lo autoriza, eternos agradecimientos.

Atentamente,



Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD:
DIRECTORA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

C.c. Archivo
LMA/ggc

Anexo 15: Carta de aprobación de recolección de datos



Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. PhD
DIRECTORA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

En su despacho. –

Por medio del presente, nos dirigimos a usted en respuesta a la solicitud enviada con el propósito de obtener autorización para efectuar el levantamiento de datos de nuestras instalaciones, como parte del proceso de trabajo de integración curricular (trabajo de titulación) de sus estudiantes.

En consideración al petitorio del Sr **JOSÉ DAVID RIVERA GARCÍA**, con cedula de identidad **2450781956**, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, procedemos a la aprobación de la solicitud, comprometiéndonos a brindar apertura, el apoyo y la información necesaria para el desarrollo del respectivo trabajo.

FIRMA AUTORIZADA
ADMINISTRACIÓN

Anexo 16: Matriz de consistencia

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
Título del proyecto: Optimización de la Cadena de Suministro empleando la Teoría de Restricciones para la empresa Fhisachi S.A Cantón La Libertad				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
General	General	General		
¿Cómo la aplicación la Teoría de restricciones optimiza la cadena de suministro en la empresa Fhisachi Cantón La Libertad?	Optimizar la cadena de suministro para la empresa Fhisachi S.A aplicando la Teoría de Restricciones	La aplicación de la Teoría de restricciones optimiza el desempeño de la cadena de suministro de la empresa Fhisachi S.A.	Variable Independiente : Aplicación de la Teoría de Restricciones	<p>Tipo de estudio: Cuantitativo, Descriptivo y Correlacional. Técnicas: Entrevista simulaciones de procesos, análisis de resultados Diseño: No experimental, transversal Tipo de investigación: Cuantitativo Área de estudio: Cadena de suministro empresa Fhisachi S.A Población: La población todos los empleados que estén en el proceso logístico Muestra: Todos los empleados que estén en el proceso crítico dentro del proceso productivo</p>
	Específicos	Específicos		
1. ¿Cuáles son las restricciones actuales en la cadena suministros de la empresa Fisachi S.A. ubicada en el cantón La Libertad?	1. Identificar las restricciones actuales en la cadena de suministro en la empresa.	1. La identificación de las restricciones en la cadena de suministro permitirá amentar la eficacia en los procesos logísticos		
2. ¿Cómo la eliminación o mejora de las restricciones influye en los tiempos de entrega y costo?	2. Proponer soluciones basadas con la Teoría de restricciones para mejorar los tiempos de entrega y reducir los costos.	2. Eliminación o mejora de las restricciones reducirá los tiempos de entrega y los costos operativos	Variable Dependiente: Optimizar la cadena de suministro en la empresa Fhisachi S.A.	
3. ¿De qué manera la optimización del inventario puede mejorar el flujo de la cadena de suministro en la empresa Fhisachi S.A. ubicada en el cantón La Libertad?	3. Mejorar el flujo de inventario utilizando los puntos críticos de la cadena de suministro de la empresa Fhisachi S.A.	3. La optimización de los inventarios mejorara significativamente e el flujo de la cadena de suministro		

Anexo 17: Fotografías de Equipos nuevos para confección de marquetas de hielo

