



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

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE EXISTENCIAS DE
LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

YAGUAL RODRÍGUEZ JOSELYN TATIANA

TUTOR:

ING. EDISON NOE BUENAÑO BUENAÑO, Mgtr.

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
INVENTARIOS PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE
EXISTENCIAS DE LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA
ELENA, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORA:

YAGUAL RODRÍGUEZ JOSELYN TATIANA

TUTOR:

ING. EDISON NOE BUENAÑO BUENAÑO, Mgtr.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

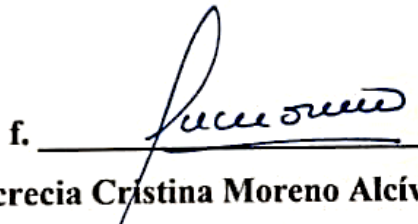
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Yagual Rodríguez Joselyn Tatiana**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

TUTOR



f. _____
Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgr.

DIRECTORA DE LA CARRERA



f. _____
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE EXISTENCIAS DE LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por la Srta. YAGUAL RODRÍGUEZ JOSELYN TATIANA, estudiante 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 Ingeniera Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f.



Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño. Mgtr.

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Yagual Rodríguez Joselyn Tatiana**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A, Santa Elena, Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniera Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024

AUTORA

f.


Yagual Rodríguez, Joselyn Tatiana

AUTORIZACIÓN

Yo, **Yagual Rodríguez Joselyn Tatiana**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A, Santa Elena, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

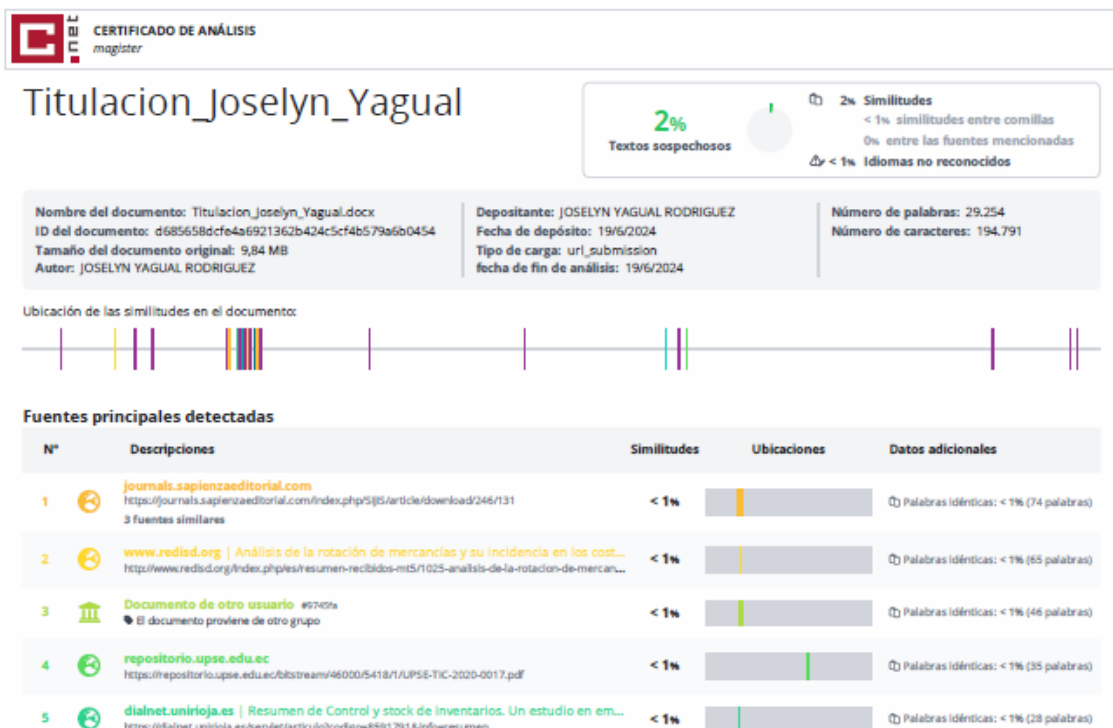
La Libertad, a los 4 días del mes de julio del año 2024

AUTORA:

f. 
Yagual Rodríguez, Joselyn Tatiana

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE EXISTENCIAS DE LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”** elaborado por la Srta. **YAGUAL RODRÍGUEZ JOSELYN TATIANA**, egresada de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Ing. Edison Buenaño Buenaño, Mgr.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

PhD. SHIRLEY CATUTO SOLANO.

Doctora en Educación

R.S. 8621218257

Santa Elena, junio 20 del 2024.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de **INGENIERA INDUSTRIAL** de: **YAGUAL RODRÍGUEZ JOSELYN TATIANA**, cuyo tema es: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE EXISTENCIAS DE LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



firmado electrónicamente por:
SHIRLEY PAOLA
CATUTO SOLANO

PhD. Shirley Catuto Solano.

Docente de Español A: Literatura

Cel: 0960999484

e-mail:
fshirleycatuto247@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero y profundo agradecimiento a Dios, por ser testigo principal de todo el esfuerzo y sacrificio emitido en este trabajo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por ser ente primordial en el desarrollo intelectual de este trabajo de titulación. A mi tutor, Ing. Edison Buenaño por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este arduo proceso. A mis compañeros y docentes de clase, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias, enriqueciendo mi comprensión del tema.

A la empresa Ingeotop S.A, por prestarme sus instalaciones y por toda la predisposición para la realización de este trabajo.

Joselyn Yagual Rodríguez

DEDICATORIA

Con un gran sentimiento de emoción y satisfacción, dedico este trabajo a Dios; en mi búsqueda de conocimiento, he sentido su presencia en cada paso y encuentro la humildad de reconocer que todo logro alcanzado en este camino proviene de su divina providencia.


A mi bella familia, quienes han sido mi sostén emocional, económico y moral, les dedico este trabajo como un tributo a su sacrificio y amor incondicional. Cada esfuerzo y apoyo brindado ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Un agradecimiento especial a mi amado esposo e hijo, Pablo Catuto Solano y Santiago Catuto Yagual, respectivamente, quienes con su sacrificio, paciencia y aliento me acompañaron en todo momento.

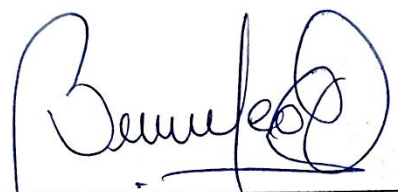
Extiendo mis agradecimientos a mis padres, Yiyo Yagual Gutiérrez y Paulina Rodríguez Rivera, por brindarme una educación digna y apoyo incondicional desde siempre.

Joselyn Yagual Rodríguez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

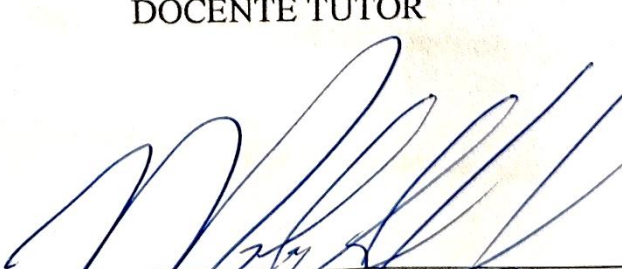
ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCÍVAR, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA

f.  _____

ING. MARCO VINICIO BERMEO GARCÍA, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f.  _____

ING. EDISON NOE BUENAÑO BUENAÑO, Mgtr.
DOCENTE TUTOR

f.  _____

ING. JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA, MEng.
DOCENTE UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIA	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema:.....	3
Formulación del problema de investigación	5
Alcance de la Investigación:	6
Justificación de la investigación:	6
OBJETIVOS	7
Objetivo general	7

Objetivos específicos	7
CAPÍTULO I.....	8
MARCO TEÓRICO	8
1.1. Antecedentes investigativos	8
1.2. Estado del arte	11
1.2.1 Mapeo Sistemático	12
1.2.2 Análisis para la cuantificación de los artículos	25
1.3. Gestión de inventarios.....	37
1.3.1 Métodos de gestión de inventarios.....	39
1.4. Rotación de existencias	40
1.5 Recapitulación del Capítulo I.....	42
CAPÍTULO II.....	43
MARCO METODOLÓGICO.....	43
2.1. Enfoque de investigación	43
2.2. Diseño de investigación	43
2.3. Procedimiento metodológico	44
2.4. Censo.....	46
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	47
2.5.1. Método de recolección de los datos	47
2.5.2. Técnicas de recolección de los datos.....	47
2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos	48
2.5.4 Proceso de validación.....	48
2.6. Variable (s) del estudio	50
2.6.1. Operacionalización de las variables	50
2.7. Procedimiento para la recolección de los datos	53
2.8 Recapitulación del capítulo II	54
CAPÍTULO III.....	55
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1. Marco de resultados	55
3.1.1 Validez del instrumento de recolección de datos.....	55
3.1.2 Análisis de confiabilidad.....	58

3.1.3 Resultados de la encuesta.....	60
3.1.4 Planteamiento de la hipótesis	72
3.1.5 Comprobación de hipótesis	73
3.2 Estado de situación actual de la empresa	76
3.2.1 Información de la empresa	76
3.2.2 Ubicación y localización	77
3.2.3 Análisis causa raíz del problema.....	78
3.3 Propuesta de mejora	83
3.3.1 Tema.....	83
3.3.2 Clasificación ABC	83
3.3.3 Índice rotacional.....	85
3.3.4 Pronóstico del índice rotacional	93
3.3.5 Método PEPS	96
3.3.6 Evaluación y análisis de la propuesta.....	108
3.4 Presupuesto para la implementación de la propuesta.....	110
3.4.1 Cronograma de actividades.....	113
3.4.2 Evaluación de la inversión	114
3.4.3 Periodo de recuperación.....	114
3.5 Marco de discusión	115
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)	118
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas de investigación en base a la variable gestión de inventarios. ...	13
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.	14
Tabla 3. Bases de datos y cadenas de búsqueda.....	15
Tabla 4. Información extraída de los documentos encontrados.....	16
Tabla 5. Lista de los artículos seleccionados para el estudio.....	18
Tabla 6. Peso de los criterios.....	32
Tabla 7. Ponderación de pares.....	32
Tabla 8. Ponderación total obtenida del AHP para cada alternativa.....	33
Tabla 9. Fórmulas empleadas para medir la rotación de existencias.....	41
Tabla 10. Personal de la empresa Ingeotop S.A.....	46
Tabla 11. Operacionalización de las variables.....	51
Tabla 12. Plan de análisis e interpretación de resultados esperados.....	53
Tabla 13. Validación de expertos.....	56
Tabla 14. Rango de confiabilidad Alfa de Cronbach.....	59
Tabla 15. Coeficiente Alfa de Cronbach según software RStudio.....	59
Tabla 16. Indicadores del ANOVA.....	74
Tabla 17. Valores de cada variable de los indicadores.....	74
Tabla 18. Resumen de los resultados del análisis ANOVA.....	75
Tabla 19. Estratificación de las causas raíz-Primer orden.....	79
Tabla 20. Estratificación de las causas raíz- Segundo orden.....	81
Tabla 21. Análisis de la clasificación ABC de los materiales.....	84
Tabla 22. Índice de rotación para cada material.....	87
Tabla 23. Costo por mantener los inventarios.....	93
Tabla 24. Demanda trimestral de los materiales.....	94
Tabla 25. Pronóstico del índice rotacional del material con mayor rotación.....	95
Tabla 26. Materiales de alta rotación según clasificación ABC.....	96
Tabla 27. Costos inventariables trimestrales del sistema propuesto.....	108
Tabla 28. Comparativo de la rotación trimestral de los materiales.....	109
Tabla 29. Presupuesto para la inversión, (periodo de tres meses).....	110
Tabla 30. Cronograma de actividades.....	113
Tabla 31. Flujo de caja de la empresa Ingeotop S.A.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del problema de investigación.....	5
Figura 2. Pasos para realizar el mapeo sistemático.....	12
Figura 3. Diagrama de bloques de estudios incluidos en el mapeo sistemático.	17
Figura 4. Representación de metodologías aplicadas	25
Figura 5. Representación de técnicas aplicadas.....	26
Figura 6. Representación de instrumentos más utilizados.....	27
Figura 7. Distribución geográfica de los estudios.....	28
Figura 8. Representación de países con mayor cantidad de artículos relacionados..	29
Figura 9. Diagrama de flujo del método AHP.	30
Figura 10. Criterios y alternativas para el AHP.....	31
Figura 11. Gráfica radial de los atributos.....	34
Figura 12. Representación del análisis de datos.	35
Figura 13. Concentrado de los resultados.....	36
Figura 14. Proceso para le gestión de inventarios.....	38
Figura 15. Diseño del proceso metodológico.....	45
Figura 16. Procedimiento de aplicación del método Lawshe.	49
Figura 17. Registro de cantidad de materiales utilizados.....	61
Figura 18. Tiempo medio de almacenamiento de materiales.....	62
Figura 19. Registro de cantidad de materiales obsoletos.....	63
Figura 20. Cálculo de materiales utilizados y stock disponible.....	64
Figura 21. Costos de almacenamiento de materiales, mano de obra y equipos.....	65
Figura 22. Frecuencia de la utilización de diferentes categorías de materiales.	66
Figura 23. Registro del nivel promedio de inventarios.....	67
Figura 24. Conteo físico para comparar con los registros de inventario.....	68
Figura 25. Frecuencia con la que la empresa se queda sin inventario disponible.....	69
Figura 26. Registro del inventario deteriorado durante el almacenamiento.	70
Figura 27. Responsable designado para la gestión de inventarios.....	71
Figura 28. Existencia de un sistema de gestión de inventarios automatizado.	72
Figura 29. Localización de la empresa.....	78
Figura 30. Diagrama causa-efecto Primer orden	80
Figura 31. Diagrama de Ishikawa-Primer orden.....	80

Figura 32. Diagrama causa-efecto Segundo orden.	82
Figura 33. Diagrama Ishikawa- Segundo orden.....	82
Figura 34. Diagrama de Pareto de la clasificación ABC por rotación.....	85
Figura 35. Suavizamiento exponencial simple.	95
Figura 36. Diagrama de flujo para almacenamiento de materiales.....	98
Figura 37. Formato de registro de almacenamiento.....	98
Figura 38. Diagrama de flujo de entrada de materiales.	99
Figura 39. Formato de registro de entrada de materiales.....	100
Figura 40. Diagrama de flujo de salida de materiales.....	101
Figura 41. Formato de registro de salida de material.....	102
Figura 42. Formato para valoración del método PEPS.	103
Figura 43. Cronograma de capacitaciones dirigida al personal de Ingeotop S.A ...	107
Figura 44. Representación gráfica rotación actual vs rotación propuesta.....	110

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Herramientas más relevantes utilizadas en el estado del arte.....	126
Anexo B. Técnicas e instrumentos más relevantes.....	127
Anexo C. Vista del software Spice Logic Analytic Hierarchy Process (AHP).....	128
Anexo D. Comparación por pares de cada criterio.....	129
Anexo E. Resultados de comparación de pares (alternativas y criterios).....	130
Anexo F. Check list de recolección de datos.....	131
Anexo G. Cuestionario de recolección de datos.....	132
Anexo H. Validación del cuestionario por el método Lawshe.....	134
Anexo I. Vista de codificación en RStudio.....	135
Anexo J. Cálculos del análisis de varianza ANOVA en Excel.....	136
Anexo K. Clasificación ABC.....	137
Anexo L. Clasificación ABC por rotación.....	141
Anexo M. Error absoluto del pronóstico de materiales de alta rotación.....	142
Anexo N. Error cuadrático (RSE) de los materiales de alta rotación.....	143
Anexo O. Error porcentual de los materiales de alta rotación.....	145
Anexo P. Representación gráfica del método PEPS en FlexSim.....	147

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

SGI: Sistema de gestión de inventarios

AHP: Proceso de análisis jerárquico

PEPS: Primeras entradas primeras salidas

MAD: Error absoluto

RSE: Error cuadrático

MAPE: Error porcentual

P.U: Precio unitario

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEDIR EL ÍNDICE ROTACIONAL DE EXISTENCIAS DE LA EMPRESA INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”

Autor: Yagual Rodríguez Joselyn Tatiana

Tutor: Ing. Edison Buenaño Buenaño, Mgtr.

RESUMEN

En la actualidad, las empresas están requeridas a emplear algún tipo de sistema de gestión de inventarios con el fin de medir el índice rotacional de existencias, reduciendo así las mermas y costos de almacenaje y mantenimiento, optimizando la administración de los inventarios. El propósito de este trabajo de titulación es proponer un sistema de gestión de inventarios que identifique la rotación de existencias y mejore los procesos en la empresa Ingeotop S.A. La metodología se basó en un enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo y correlacional, dirigido a una investigación de campo, no experimental y transversal. Se emplearon técnicas de recolección de datos como: observación, encuesta y check list, con el respaldo del software RStudio para cuantificar los datos. El sistema de gestión de inventarios propuesto se construyó mediante el método PEPS de la mano con el método ABC de acuerdo con el nivel de rotación del stock, estandarizado por herramientas Lean y de calidad. Finalmente, se llevó a cabo la clasificación de existencias en relación con su uso y posteriormente se propone acciones de acuerdo con las necesidades de la empresa. Los resultados mostraron una mejora significativa del 12,037 %, con una diferencia de 91 unidades de rotación. Después de analizar los resultados, se concluyó que el sistema de gestión de inventarios propuesto en esta investigación logró los objetivos establecidos, representando una mejora en la gestión de inventarios de la empresa.

Palabras Claves: inventarios, gestión, control, rotación, herramienta Lean, PEPS.

“PROPOSAL FOR AN INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM TO MEASURE THE STOCK ROTATIONAL INDEX OF THE COMPANY INGEOTOP S.A, SANTA ELENA, ECUADOR”

Author: Yagual Rodríguez Joselyn Tatiana

Tutor: Ing Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgtr.

ABSTRACT

Currently, companies are required to use some type of inventory management system in order to measure the rotational index of stocks, thus reducing losses and storage and maintenance costs, optimizing inventory management. The purpose of this degree work is to propose an inventory management system that identifies stock rotation and improves processes in the company Ingeotop S.A. The methodology was based on a quantitative approach, descriptive and correlational, aimed at field, non-experimental and transversal research. Data collection techniques such as: observation, survey and check list were used, with the support of RStudio software to quantify the data. The proposed inventory management system was built using the FIFO method together with the ABC method according to the level of stock rotation, standardized by Lean and quality tools. Finally, the classification of stocks in relation to their use was carried out and subsequently actions were proposed according to the needs of the company. The results showed a significant improvement of 12.037%, with a difference of 91 rotation units. After analyzing the results, it was concluded that the inventory management system proposed in this research achieved the established objectives, representing an improvement in the company's inventory management.

Keywords: inventories, management, control, rotation, Lean tool, FIFO

INTRODUCCIÓN

Desde un ámbito global, la gestión de inventarios resulta de vital importancia, ya que representa hasta el 50% de los activos de la empresa ya sea grande o pequeña y en países como Estados Unidos representa aproximadamente del 30 al 35% del valor de esta, (Camacho et al., 2020; Samaniego, 2020). Bajo este contexto, autores como Alburqueque et al., (2022) demostraron la relevancia de la gestión de inventarios a través de un estudio a empresas del sector industrial a nivel internacional, aplicando modelos de inventarios como: Primeras entradas primeras salidas (PEPS), clasificación ABC y Cantidad económica de pedido (EOQ) para reducir costos por rupturas y exceso de inventarios hasta en un 39%, lo que conlleva a una gestión más eficiente y menos costosa.

Según Samaniego, (2020) en países de Hispanoamérica, la gestión de inventarios es un tema trascendental, tanto así que en empresas mexicanas solo el 70% sobreviven hasta los cinco años y el 78,3% de empresas colombianas sobreviven como máximo un año debido a una inadecuada gestión de inventarios. En este sentido, según Bellido et al., (2021) empresas peruanas presentan complicaciones en la gestión de inventarios, esto indica que necesitan mejorar en diversos aspectos mediante herramientas y modelos de inventarios que permitan una adecuada gestión. De esta forma, mediante diversas herramientas como: 5S, Jidoka y Kanban resultan necesarias para la reducción de productos defectuosos del 18 al 10%, reducción del reproceso con un 4% y mejora del tiempo de entrega del 58 al 95% para asegurar su supervivencia y permanencia en el mercado.

En Ecuador, como en otros países de Sudamérica, los inventarios representan uno de los activos más significativos en las empresas, ya que albergan los materiales, insumos, productos o mercancías disponibles para su utilización, de tal manera que han sido de gran utilidad, accediendo satisfacer las necesidades de los clientes (Samaniego, 2020; Solórzano & Mendoza, 2022). Tal es el caso, de una empresa comercial ubicada en Manabí, quienes mediante un sistema de inventarios Primeras entradas primeras salidas (PEPS) y sistema ABC lograron aumentar su rentabilidad de 0,16 a 0,49 centavos por cada dólar invertido, permitiendo tener un mayor control y gestión de la mercadería.

Mientras tanto en la provincia de Santa Elena, según cifras del INEC, (2023) en el año 2021 existieron alrededor de 10.100 empresas registradas, mientras que en el 2022 se incrementaron a 10.400; para que se mantenga este número de empresas, es necesario una buena gestión del rubro más importante para cualquiera de ellas, el inventario, con base en Aveiga et al., (2022), la correcta gestión y control del mismo permite una buena sostenibilidad económica permitiendo que cualquier empresa pueda mantenerse en el mercado en el que aplica.

La gestión de inventarios desempeña una función importante en las principales actividades y procesos de las redes de suministro; así como en la toma de decisiones, la mala gestión de este conlleva al exceso y/o escasez de existencias. En este sentido, Lukinskiy et al., (2020) consideran esencial que, si los niveles de inventario superan los activos de la empresa, se producirá inmovilización y posibles sanciones, lo que resultará en pérdidas económicas y de mercado. Consecutivamente, Guzmán et al., (2021) añaden que tener demasiado stock de un producto incrementa los costos de capital y almacenamiento, mientras que la escasez de inventario puede provocar interrupciones en la producción y/o las ventas.

Según Ortiz et al., (2024), la Superintendencia de Compañías establece la clasificación de las Pymes de acuerdo con la resolución 1260 donde indica que las pequeñas empresas tienen de 10 a 49 empleados, un valor bruto de ventas anuales de 100.001 a 1.000.000 y un monto de activos de \$ 100.00 hasta \$ 750.000.

Bajo este contexto, la empresa Ingeotop S.A, es una pequeña empresa ubicada en la provincia de Santa Elena, es un laboratorio de suelos, hormigón y asfalto, encargado de realizar pruebas y análisis fundamentales para garantizar la calidad y la seguridad en proyectos de construcción, carreteras y edificaciones. A lo largo de los años, la empresa se ha dedicado exclusivamente a efectuar los servicios que ofrece, sin considerar el proceso que conlleva a la entrega de este. Ingeotop S.A, cuenta con 17 trabajadores en total, encargados de diferentes áreas de la empresa.

Uno de los principales problemas que presenta la empresa Ingeotop S.A se evidencia en el estado de los materiales principalmente utilizados en sus proyectos, además que se está perdiendo la calidad de máquinas, herramientas y materiales por falta de la ejecución adecuada de cada proceso que se requiere para una buena organización.

Además, la empresa presenta deficiencias en la disponibilidad de materiales, esto debido a la mala organización, porque no se cuenta con una clasificación específica para cada tipo de material en función de su importancia o rotación. En este sentido los materiales disponibles son los que han sido utilizados recientemente, provocando daños en los materiales que no se utilizan o no están al alcance, provocando lo que se conoce como mermas. Por otro lado, no se cuenta con un proceso adecuado para el mantenimiento de materiales y equipos; ocasionando exceso de stock debido a que se procede a la compra inmediata de nuevos materiales y así, van quedando acumulados. Estos problemas se evidencian en un registro de observación elaborado para recolectar información sobre el sistema de gestión de inventarios actual de la empresa (Anexo F).

Actualmente, en la provincia de Santa Elena, no se ha realizado ningún estudio científico sobre la implementación del modelo PEPS para medir la rotación de existencias en empresas que brinden servicios semejantes a Ingeotop S.A. Por ende, este proyecto de investigación representa el primer paso y punto de partida para futuras investigaciones sobre este tema.

Planteamiento del Problema

Autores como Camacho et al., (2020) expresan que las pymes diariamente se enfrentan a desafíos y competencias en constante evolución, lo que las motiva a aspirar no solo a la excelencia, sino a la superación. Además, mencionan que el crecimiento continuo de la competencia requiere que las empresas mejoren constantemente su capacidad de respuesta y eficiencia en sus procesos, con el fin de ganar aceptación en el mercado en el que operan. En este sentido, Pérez & Romero, (2022) destacan la importancia de gestionar el inventario y la necesidad de asegurar la disponibilidad de las existencias en el momento preciso para garantizar el suministro de bienes para la producción. Se ha comprobado que esta gestión minimiza los costos de producción, optimiza el flujo de materiales y contribuye al logro de los objetivos organizacionales, así como a la satisfacción del cliente

Por otro lado, Alburquerque et al., (2022) resaltan los factores principales a considerar en la gestión de inventarios como: rotación en bodega, costos de mantenimiento, logística y pérdidas por inexistencias. Estos términos implican un seguimiento exhaustivo de los materiales almacenados mediante actividades que

permiten una administración eficaz de registros, compras y salidas dentro de la empresa. Es así como la rotación de existencias o de stock resulta esencial en el proceso de control del inventario. Por tal razón, De la Fuente, (2017) argumenta que es un factor que muchos usan, pero pocos conocen realmente la importancia de aplicarla.

En el ámbito internacional, la mayoría de las empresas han adoptado un sistema de control interno sobre sus inventarios. Este sistema les facilita tomar las medidas necesarias para proteger el stock y prevenir su deterioro, ya sea que se trate de insumos o productos terminados esenciales para ventas, producción o servicios (Solórzano & Mendoza, 2022).

Por otra parte, Ugando et al., (2022) indican que en Ecuador el exceso de productos en inventario se identifica como una razón detrás de los problemas operativos dentro de los almacenes. Esto ocurre porque se emiten órdenes de compra aun cuando todavía hay disponibilidad de dichos artículos, lo cual resulta en pérdidas financieras para la empresa y simultáneamente, en un exceso de existencias. Tejada et al., (2022) añaden que los inventarios son una necesidad inevitable, por lo que resulta importante implementar controles que minimicen los riesgos asociados con la depreciación y obsolescencia de los materiales almacenados.

La empresa Ingeotop S.A ha experimentado ciertas deficiencias desde hace varios años, carece de una estructura clara para la gestión de inventarios y no lleva un registro adecuado para cada proceso. Uno de los problemas principales que presenta Ingeotop S.A es la falta de disponibilidad de material adecuado para cada obra, por lo que, en algunas ocasiones los operadores se ven en la necesidad de improvisar con los materiales disponibles. Otro problema relevante es la calidad de las herramientas y materiales; se ve deteriorada debido a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente, además del tiempo excesivo de almacenaje, lo que conlleva a la falta de disponibilidad de materiales o maquinarias y, por ende, acumulación de existencias y mala distribución del almacén.

Según Pico & Burgos, (2022), el 90% de los defectos o fallos en la calidad provienen del proceso en sí mismo, no de las personas involucradas. Es decir, Ingeotop S.A debe centrarse en implementar un SGI eficiente que permita mejorar los procesos de almacenamiento, disponibilidad de material, entrada y salida de materiales; además

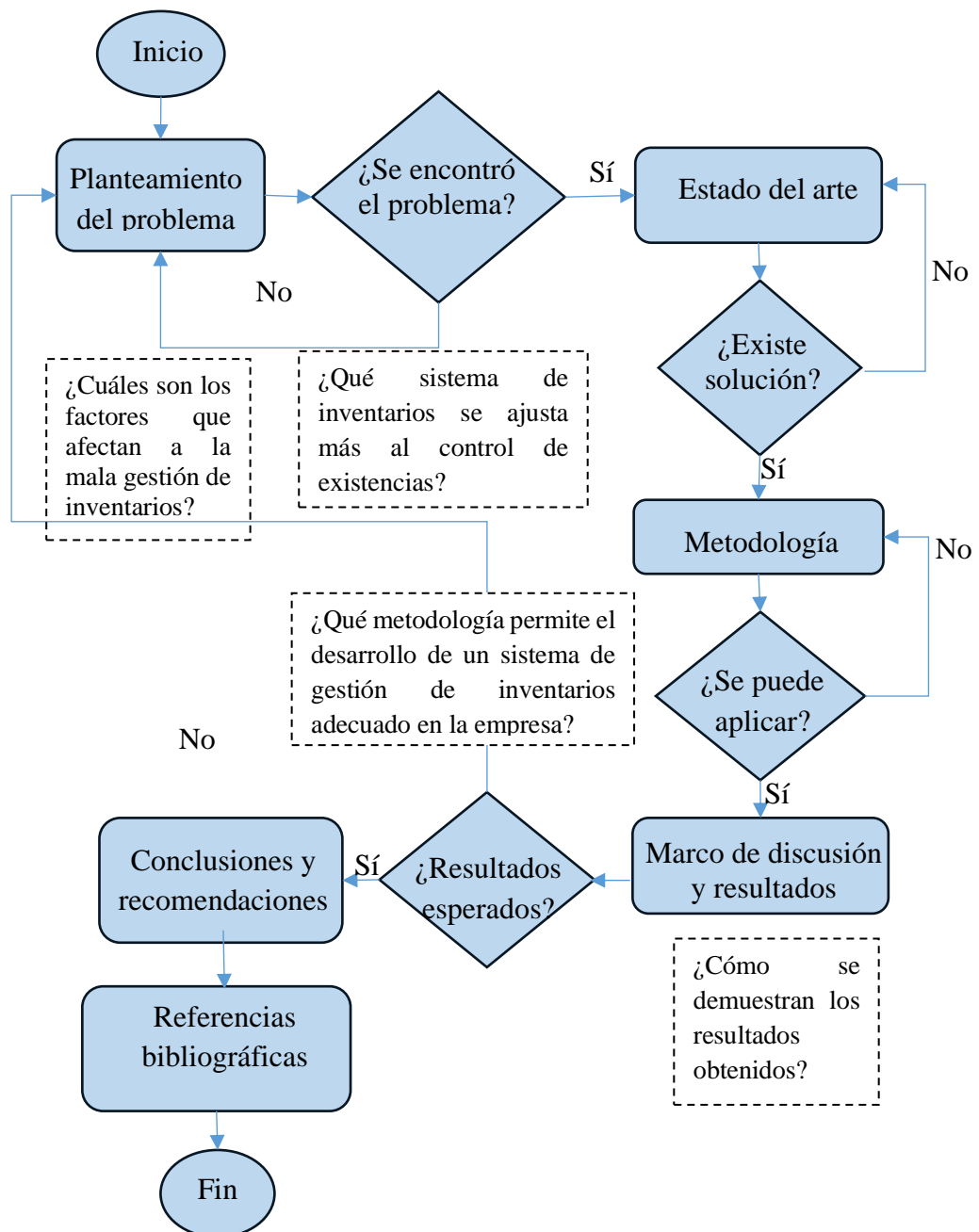
de mejorar la organización del almacén y clasificar cada uno de acuerdo con la rotación.

Formulación del problema de investigación

En la Figura 1 presentada a continuación se muestra un diagrama de flujo detallado que aborda exhaustivamente el problema de investigación.

Figura 1.

Flujograma del problema de investigación.



Nota. Elaborado por el autor.

Alcance de la Investigación

Este trabajo de integración curricular se centra en proponer un SGI que se adapte a las necesidades de la empresa; de tal manera que pueda medir y mejorar el índice de rotación de cada una de las existencias que posee.

La propuesta de este trabajo se realizó en las áreas más productivas de la empresa; el área de bodega y taller, en donde se tomaron datos de la utilización de cada material y su rotación en un periodo de tres meses. Además, se obtuvo información de los procesos de cada área por parte de los operadores y encargados mediante fichas de observación y encuesta. Finalmente, se empleó el método PEPS, ya que minimiza las interrupciones en las operaciones del almacén y proporciona datos más precisos sobre el stock disponible, manipulando los materiales de acuerdo con su llegada (Fundación Iberoamericana de altos estudios profesionales. FIAEP, 2014).

Justificación de la investigación

La gestión de inventarios es requerida para simplificar la planificación y supervisión de existencias estableciendo niveles óptimos que mejoren la eficiencia tanto en la producción como en las ventas, mientras se minimizan los costos asociados al almacenamiento y a la reposición de inventarios (Tejada et al., 2022).

La sugerencia de aplicar un SGI se presenta como una opción para mejorar el nivel de rotación de existencias de la empresa Ingeotop S.A. Su relevancia reside en la necesidad de abordar de manera exhaustiva los posibles cambios en cada uno de sus procesos, con el fin de hallar soluciones que no solo mejoren la rotación de inventario, sino que a su vez también beneficien económicamente a toda la empresa como tal.

Su trascendencia radica en la capacidad para proporcionar información relevante sobre la eficiencia operativa y la salud financiera de la organización al brindar información precisa sobre la rapidez con la que los productos se utilizan y se reponen, este sistema facilita la toma de decisiones estratégicas para mejorar los procesos de la empresa.

El SGI propuesto destaca por emplear un enfoque innovador para medir el índice de rotación de existencias a través de métodos y herramientas que ofrecen una

evaluación precisa y en tiempo real del movimiento de los productos en el inventario. Su originalidad radica en la capacidad de adaptarse dinámicamente a las fluctuaciones del mercado y a las demandas cambiantes de los clientes, proporcionando así una visión más completa y estratégica de la gestión de inventarios. Por otro lado, su adaptabilidad a diferentes tipos y tamaños de empresas garantiza su aplicabilidad generalizada. La viabilidad del sistema se sustenta en la disponibilidad de recursos y una planificación adecuada para su implementación, así como en su capacidad para ofrecer resultados tangibles en términos de mejora de la rotación de existencias y eficiencia en la gestión de inventarios en la empresa.

La propuesta de un SGI para medir la rotación de existencias beneficia directamente al departamento de operaciones, bodega, taller y departamento de finanzas al proporcionarles datos precisos para optimizar la planificación y gestión de inventarios, mejorar la eficiencia de los empleados encargados de la gestión de almacenes, experimentar una mejor disponibilidad de productos, lo que mejora la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa en el mercado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer un sistema de gestión de inventarios para la medida del índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A, Santa Elena - Ecuador.

Objetivos específicos

- Revisar la bibliografía actualizada que facilite el tratamiento de la información para desarrollar el marco teórico mediante un mapeo sistemático y AHP.
- Seleccionar una estructura metodológica, en base a técnicas e instrumentos de recolección de datos pertinentes para el diagnóstico del estado actual de la empresa Ingeotop S.A.
- Establecer un sistema de gestión de inventarios de acuerdo con las necesidades de la empresa en base a la rotación de las existencias.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

En los países de Sudamérica, los inventarios representan una parte significativa de los activos registrados en los balances de las empresas, debido a que estos incluyen los materiales, insumos, productos o mercancías necesarios para llevar a cabo los procesos de producción de la empresa.

El proyecto de Corella & Olea, (2023), aborda la problemática de organización en almacén de una empresa de productos para riego en Sonora, México, resultando en tiempos de atención prolongados, agotamiento, sobre inventario y pérdida de productos. La implementación de un sistema de control de inventario mediante elementos de gestión físicos y digitales mejora el flujo de materiales y garantiza registros precisos.

En Venezuela, los autores Sánchez & Martínez, (2021) estudiaron el control y stock de inventarios de tres empresas ferreteras de Maracaibo y los sistemas más utilizados. La metodología más eficiente fue el método ABC ya que organiza y almacena los productos, evaluando cómo se mueve el inventario, y asegurando una gestión constante de los niveles de existencias; en segundo lugar, la metodología Just in time (JIT) proporcionando una alternativa adicional y rápida para realizar ventas al cliente. Concluyeron que las empresas deben elaborar planes operativos y evaluar los índices de rotación de los inventarios para tomar decisiones de inversión específicas en los productos con mayores ventas, con el objetivo de optimizar el rendimiento del capital de trabajo y mantener un control más preciso de los niveles de existencias.

La investigación de Miele & Moreira, (2020) realizada en la empresa K'Centro Pica, en la ciudad de Santo Domingo, detectaron las deficiencias principales en el área de inventario. Por lo que, analizaron la rotación de la mercancía y su incidencia en los costos de almacenamiento mediante la reorganización del almacén, logrando una mejor identificación de la mercancía (ordenándola según su rotación), se optimizan las vías de acceso y se definen

claramente las áreas de despacho y recepción de mercancías, así como las oficinas administrativas. Esto resulta en una utilización eficiente del espacio del almacén y facilita la gestión de inventarios al reducir los pedidos excesivos.

El trabajo investigativo de La Febre & Rivera, (2022) se centra en analizar el control interno en el área de inventarios de la empresa Joyce Pérez e Hijos S.A, en Guayaquil, en donde detectaron un problema de exceso de existencias sin distribución eficiente. Los autores destacan la importancia de mejorar este control para optimizar procesos y concluyen que la empresa aplica parcialmente el control interno, pero carece de una evaluación clara de sus procedimientos internos y de indicadores financieros, lo que afecta su capacidad para orientar a los colaboradores y comprender su situación real.

Los autores Solórzano & Mendoza, (2022) analizan el impacto del control de inventarios en la liquidez de una distribuidora en Manabí, Ecuador a través de una metodología cualitativa y entrevistas en donde revelaron que la empresa cuenta con políticas para el control de inventarios, pero enfrenta desafíos como discrepancias entre registros y existencias físicas, y falta de límites establecidos para el inventario. Se destaca la importancia de mantener un inventario adecuado para satisfacer la demanda y cumplir con las obligaciones a corto plazo. Concluyen que un control adecuado mejora la eficiencia, reduce costos y aumenta la liquidez empresarial.

En la investigación de Aguilar et al., (2023) abordaron la mejora de la rotación de existencias en el almacén de materias primas de una planta productora de hilados de lana de oveja. El propósito es mitigar los costos operativos excesivos, el uso ineficiente de recursos y mejorar la distribución de materiales en el almacén. Este trabajo presenta una solución innovadora, empleando herramientas como las 7S, Poka-yoke, Slotting y Kardex para abordar las deficiencias en los sistemas de gestión de inventarios, las condiciones de almacenamiento de los materiales y los errores en el registro de existencias. El estudio de caso se divide en cuatro fases: identificación y análisis de problemas y sus causas, implementación de mejoras en las actividades y herramientas de gestión de inventarios, evaluación de los impactos generados y validación del modelo propuesto. Estos procedimientos se ejecutaron utilizando el software de simulación Arena, donde se observó un aumento en la

rotación de materia prima de 0,83 a 2,4, una reducción en los errores de control de inventario y una mejora en la eficiencia de la gestión de inventarios.

El trabajo investigativo de Pérez & Romero, (2022) describe la implementación de un sistema de gestión de inventarios con el fin de optimizar el flujo de materiales y reducir los tiempos de entrega del inventario en proceso al área de producción. También busca facilitar la aplicación de la estrategia Primeras Entradas-Primeras Salidas (PEPS) mediante herramientas administrativas y estadísticas para analizar tanto las características cuantitativas como cualitativas de la gestión de inventarios. Utilizaron el método de análisis ABC para clasificar los artículos del inventario y la metodología System Layout Planning (SLP). Como resultado se observó una disminución significativa del inventario en proceso deteriorado, aproximadamente del 50%. Además, el tiempo promedio de salida del inventario del almacén hacia el área de producción se redujo a 15 días, lo que permite que el inventario descanse antes de ser utilizado en la producción. Finalmente, se redujo el área utilizada en el WIP 1 en aproximadamente 573 m², lo que proporcionó más espacio en el almacén para que el personal operativo pueda moverse con libertad y realizar sus tareas asignadas.

Los antecedentes mencionados proporcionan una visión detallada de diversas investigaciones sobre gestión de inventarios en entornos empresariales variados. Autores como: (Aguilar et al., 2023; Corella & Olea, 2023; La Febre & Rivera, 2022) revelaron una problemática común en la gestión de inventarios, incluyendo tiempos de atención prolongados, sobre inventario, pérdida de productos, falta de control interno, desorden en las bodegas y diferencias entre registros y existencias físicas; estas dificultades impactan negativamente a la eficiencia operativa y rentabilidad de la empresa. Sin embargo, también resaltaron soluciones efectivas, como metodologías que destacan la importancia de cada elemento del sistema, su interdependencia y su capacidad para adaptarse a las necesidades de la empresa, utilizando herramientas comunes en ingeniería industrial para una fácil integración, como Pérez & Romero, (2022), quienes utilizaron herramientas como el ABC, System Layout Planning (SLP) y Primeras Entradas, Primeras Salidas (PEPS) mejorando el inventario deteriorado y aprovechando el espacio en el almacén. Además, los autores Aguilar et al., (2023) también aportaron

con soluciones para mejorar la rotación de existencias utilizando herramientas como las 7S y el Slotting para optimizar la gestión de inventarios y mejorar la eficiencia operativa. Estos antecedentes ofrecen una base sólida para abordar los desafíos actuales en la gestión de inventarios, destacando la importancia de estrategias innovadoras y herramientas adecuadas para mejorar la eficiencia y la rentabilidad empresarial. Se pudo evidenciar que tanto pequeñas y medianas empresas enfrentan desafíos en la gestión de sus inventarios, que pueden deberse a la falta de organización en el almacén, clasificación inadecuada según la rotación, registro tardío de transacciones, falta de tecnología para simplificar el control, exceso de inventario, robos y desorden en las bodegas. Por consiguiente, para maximizar los beneficios de estas empresas, es vital adoptar prácticas más efectivas en la gestión de inventarios.

1.2. Estado del arte

El estado del arte consiste en una investigación documental que analiza cómo diversos autores han abordado un tema específico. Según autores como Corzo et al., (2022), indican que la revisión del estado del arte debe formar parte fundamental de cualquier investigación, lo que implica que los investigadores deben valorar su relevancia y mantener altos estándares éticos y de originalidad en sus proyectos y publicaciones.

Para la revisión sistemática del sistema de gestión de inventarios se utilizó el mapeo sistemático de literatura (MSL). Según Cordero et al., (2021) el mapeo sistemático se caracteriza por la creación de un protocolo definido que incluye preguntas exploratorias que dirigen la estrategia de búsqueda, la integración de metadatos y la extracción de resultados.

El proceso de análisis jerárquico AHP está elaborado para abordar dilemas complicados que implican múltiples criterios. El procedimiento implica que el tomador de decisiones ofrece evaluaciones subjetivas sobre la importancia relativa de cada criterio y luego especifica sus preferencias para cada alternativa de decisión y criterio. El resultado de AHP es una jerarquía con prioridades que refleja la preferencia global para cada alternativa de decisión (Luna et al., 2019).

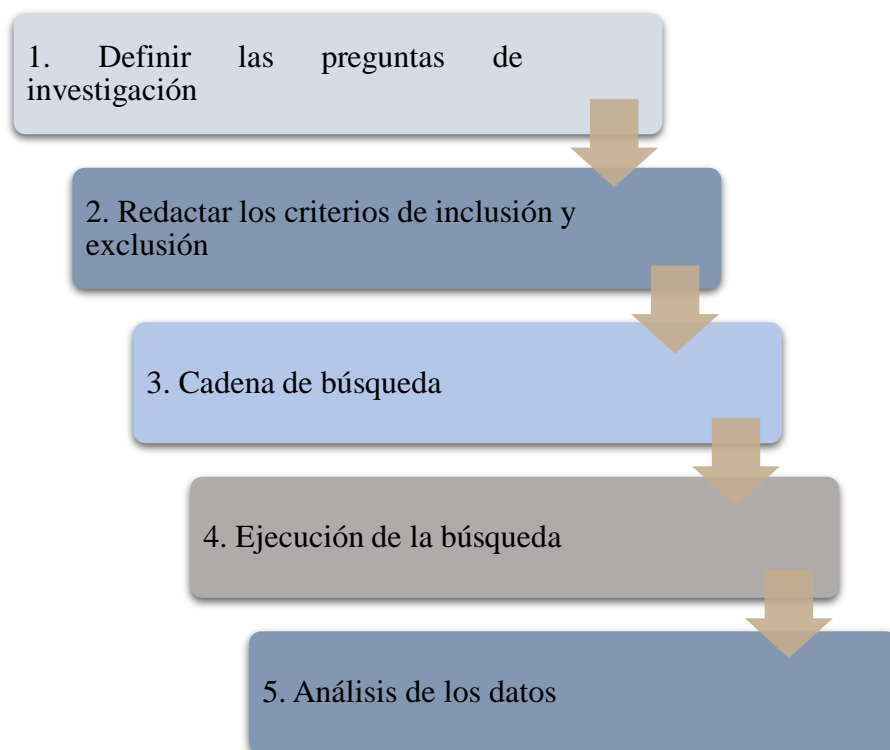
1.2.1 Mapeo Sistemático

El mapeo puede ser considerado como un estudio independiente, o puede ser parte de una revisión sistemática de literatura; en este caso se utiliza como una estrategia para buscar y seleccionar información relevante. Por otro lado, Corona & Montoya, (2018) añaden que, aunque este mapeo puede ser presentado como un estudio exhaustivo, también puede servir como un paso inicial antes de llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura.

Los mapeos sistemáticos se distinguen por adherirse a una secuencia de acciones según lo especificado en su investigación (Salas & Lara, 2020). En la figura 2 se detallan los pasos para realizar el mapeo sistemático; consta de cinco pasos, los cuales simplifican el proceso de búsqueda y selección de investigaciones relevantes para la realización de la revisión sistemática.

Figura 2.

Pasos para realizar el mapeo sistemático.



Nota. Elaborado por el autor.

La finalidad de realizar los pasos del mapeo sistemático definidos en la figura 2 es proporcionar una visión general y estructurada del estado actual de las investigaciones basadas en gestión de inventarios y rotación de existencias. Esto

implica identificar, seleccionar y sintetizar de manera sistemática y transparente todas las investigaciones relevantes sobre las variables de investigación. El objetivo es brindar una comprensión más clara de lo que se ha investigado, esto ayuda a identificar nuevas direcciones de investigación y evitar la duplicación de estas.

Paso 1: Definir las preguntas de investigación.

Se muestra a continuación la tabla 1 donde se formularon las preguntas de investigación de alcance amplio, ya que el propósito de este enfoque es entender las tendencias en los documentos publicados con relación al tema de estudio; en este caso sobre el sistema de gestión de inventarios y la falta de control que existen en las empresas.

Tabla 1.

Preguntas de investigación en base a la variable gestión de inventarios.

#	Preguntas
1	¿Cuáles son los criterios de inclusión y exclusión en base al tema?
2	¿Cuáles son las metodologías aplicadas dentro de las variables de estudio?
3	¿Cuáles son las técnicas que utilizan?
4	¿Cuáles son los instrumentos utilizados?
5	¿Cuál es la distribución geográfica de los estudios?

Nota. Elaborado por el autor.

La finalidad de la tabla 1 es direccionar el proceso de búsqueda y selección de estudios, definiendo criterios de inclusión, exclusión y objetivos claros, los cuales sirven como guías para estructurar la revisión y recopilar información relevante. Al centrar la atención en aspectos clave, facilitan la interpretación de resultados y la comprensión del estado del conocimiento en el área. Estas preguntas orientan la revisión de manera que se obtenga una visión estructurada del campo de estudio, resaltando su importancia para futuras investigaciones.

Paso 2: Redactar los criterios de inclusión y exclusión

Se da respuesta a la primera interrogante planteada en el contexto del mapeo sistemático. Después de formular las preguntas de investigación, en la tabla 2 se definen los estándares para la inclusión de estudios en el mapeo sistemático, así como los criterios de exclusión que ayudarán a precisar los resultados a obtener en la búsqueda, considerando métodos y plazos, con el objetivo de optimizar los procesos.

Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Trabajos que incluyan “sistema de inventarios”, “gestión de inventarios”, “control de stock”, “rotación de inventarios” “índice de rotación” en el título, resumen o palabras clave.	Trabajos duplicados en las diferentes bases de datos.
Trabajos registrados en las diferentes bases de datos.	Investigaciones con idiomas que no sean inglés o español.
Estudios publicados en los últimos cuatro años.	Trabajos de revisión bibliográfica.
Métodos que aporten al trabajo de investigación.	Trabajos no publicados como artículo de revista
Artículos científicos de revista.	Trabajos que no cumplan con el objetivo principal del estudio.
	Estudios que no cumplan con el rango de publicación establecido.

Nota. Elaborado por el autor.

Los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la tabla 2 son un eje fundamental para garantizar la selección adecuada de estudios relevantes, los cuales permitieron determinar qué estudios son pertinentes para abordar la pregunta de investigación, considerando aspectos como el tema, diseño metodológico y el periodo de tiempo. Por otro lado, los criterios de exclusión ayudan a descartar aquellos estudios que no cumplen con los requisitos establecidos, como

investigaciones irrelevantes, diseños metodológicos inadecuados o falta de acceso a la información necesaria. Estos criterios actúan como filtros que aseguran la calidad y la pertinencia de los estudios incluidos en el mapeo, contribuyendo a la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Además, facilitan la replicabilidad del proceso de revisión sistemática al proporcionar pautas claras y transparentes para la selección de la evidencia.

En cuanto a la tabla 3, muestra las bases de datos de donde se elegirán los documentos publicados en los últimos cinco años y disponibles en las plataformas: Dialnet, Science Direct, Web of Science, Scopus y Scielo. Además, se detallan las variables de búsqueda, las mismas que se realizaron de forma combinadas mediante conectores como “and – or” o “y – o” para las variables “Gestión de inventarios” y “rotación de existencias”.

Tabla 3.

Bases de datos y cadenas de búsqueda.

Bases de datos	Cadenas de búsqueda
Dialnet	Gestión de inventarios - rotación de existencias
Science Direct	Gestión de inventarios - rotación de existencias.
Web of Science	Gestión de inventarios - rotación de existencias.
Scopus	Gestión de inventarios - rotación de existencias
Scielo	Gestión de inventarios - rotación de existencias

Nota. Elaborado por el autor.

La tabla 3 se presenta con el fin de establecer las bases de datos y cadenas de búsqueda para asegurar una cobertura exhaustiva y sistemática de la literatura relevante. Las bases de datos seleccionadas proporcionan acceso a una amplia gama de fuentes académicas y científicas, lo que permite identificar estudios pertinentes. Al diseñar las cadenas de búsqueda se maximiza la posibilidad de encontrar estudios pertinentes y se minimiza el riesgo de omitir investigaciones relevantes. Esto contribuye a obtener una visión completa y actualizada del estado del conocimiento en el área de interés, facilitando la elaboración de conclusiones sólidas.

Paso 3: Cadena de búsqueda

Después de realizar una búsqueda exhaustiva en las bases de datos mencionadas anteriormente, se recopilaron un total de 242 artículos. La tabla 4 presentada a continuación, contiene detalles y datos de la cadena de búsqueda utilizada en la investigación, incluyendo el autor, título, año, base de datos, revista, abstract, palabras clave, tipo de documento y distribución geográfica correspondiente. Esta cadena de búsqueda fue diseñada para identificar de manera exhaustiva estudios relevantes en el campo de estudio específico.

Tabla 4.

Información extraída de los documentos encontrados.

Información extraída
Autor (es)
Título
Año
Base de datos
Revista
Abstract
Palabras claves del autor (es)
Tipo de documento
Distribución geográfica

Nota. Elaborado por el autor.

El objetivo de la tabla 4 es utilizar la cadena de para identificar de manera precisa y exhaustiva los estudios relevantes para la investigación, la misma que está compuesta por términos específicos, se diseña con el fin de maximizar la recuperación de información pertinente de las bases de datos seleccionadas. Al establecer criterios claros y específicos y sobre todo asegurar la exhaustividad de la revisión sistemática, proporcionando una base sólida para la síntesis y el análisis de las investigaciones de este trabajo.

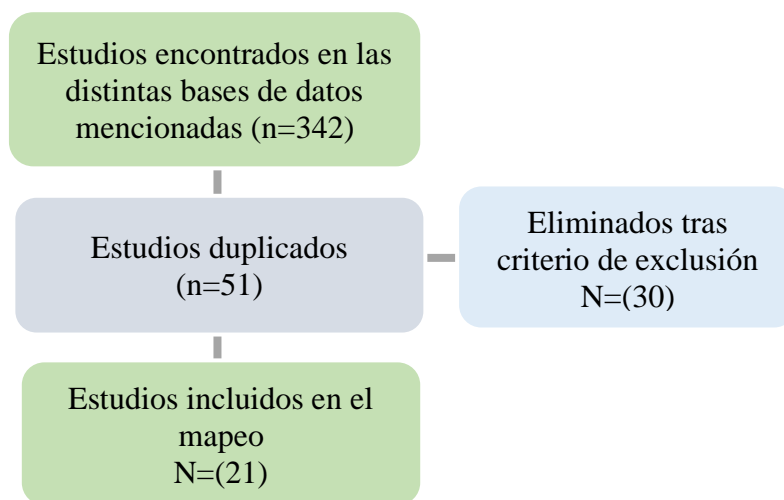
Paso 4: Ejecución de la búsqueda

Después de recopilar los datos de los 342 estudios, en la figura 3 se presenta el diagrama de bloques donde se muestran los criterios aplicados a los estudios

obtenidos mediante las diferentes bases de datos para determinar qué estudios serán incluidos o excluidos en el mapeo sistemático sobre la gestión de inventarios y la rotación de existencias.

Figura 3.

Diagrama de bloques de estudios incluidos en el mapeo sistemático.



Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla previa se ilustra el procedimiento de selección de datos, que incluye el número de artículos que se emplearán en este estudio para llevar a cabo el proceso correspondiente de exclusión de información. Los hallazgos de las búsquedas resultaron altamente valiosos, ya que destacan la relevancia del estudio de sistemas de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias.

A continuación, se muestra la tabla 5 con la información extraída de los 30 artículos más relevantes de la búsqueda en las diferentes bases de datos. Se aprecia la metodología aplicada, además de las técnicas e instrumentos correspondientes. Además, resume los artículos seleccionados para el estudio mediante el mapeo sistemático sobre la gestión de inventarios y rotación de existencias. Estos artículos fueron identificados y seleccionados siguiendo los criterios de inclusión y exclusión predefinidos. Por otro lado, incluye detalles como el autor, el año de publicación, el título del artículo, el objetivo de cada investigación, métodos, técnicas e instrumentos utilizados. Estos estudios se emplearon como base para analizar y sintetizar la literatura existente sobre el tema de estudio, proporcionando una visión general y estructurada del estado actual del conocimiento

Tabla 5.*Lista de los artículos seleccionados para el estudio.*

N°	Autores	Título	Objetivo	Herramientas	Técnicas	Instrumentos
1	(Aguilar et al., 2023)	Un modelo propuesto para la gestión de inventarios para minimizar la tasa de materias primas inmovilizadas de textiles.	Mejorar la rotación del stock del almacén de materias primas de una planta productora de hilados de lana de oveja.	Herramientas Lean: Kardex Poka Yoke 7S	Simulación	Software matemático
2	(Asana et al., 2020)	Control de inventario mediante análisis ABC y Min-Max en un sistema de información de gestión segura.	Encontrar puntos de reorden en función de la clasificación de las mercancías y el stock seguro.	ABC Min-Max	Simulación	Herramientas CRM Excel
3	(Camacho et al., 2020)	Importancia de la gestión de inventario en empresa de Manufactura	Analizar los métodos implementados por empresas de manufactura, para demostrar la importancia de la gestión de inventarios.	Costeo ABC Just in time	Revisión bibliográfica.	Ficha de registro
4	(Ching et al., 2019)	Evaluación de las implicaciones de la calidad y sostenibilidad de las políticas de inventario mediante sistemas dinámicos.	Evaluar la aplicación de la metodología FIFO y LIFO para mejorar la gestión de productos perecederos.	FIFO LIFO	Simulación	Software VensimPLE

5	(Chołodowicz & Orłowski, 2022)	Sistema de control de inventario con incertidumbre, mediante redes neuronales y optimización multicriterio.	Lograr un equilibrio entre un nivel de rotación óptimo de inventario y el desperdicio de productos.	FIFO Min-Max	Simulación numérica	Distribución Weibull
6	(Flores et al., 2023)	Redistribución del inventario basado en la clasificación ABC para mejorar el flujo de materiales en una empresa productora de alimentos en Sinaloa, México.	Realizar una redistribución de inventarios basada en la clasificación ABC de mercancías y evaluar la mejora en los indicadores de desempeño del almacén en una empresa productora de alimentos.	Clasificación ABC	Observación	Guía de observación
7	(Gioia et al., 2023)	Gestión de inventario basada en simulación de productos perecederos mediante modelos lineales de elección discreta.	Maximizar la utilidad promedio mediante modelos de control de inventarios que permitan agilizar el movimiento de existencias.	FIFO LIFO	Simulación	Modelo de elección discreta
8	(G. Macías & Zambrano, 2022)	Control de inventario y su efecto en la rentabilidad de Sociedad Civil de Hecho Denominado Grupo Uscocovich, 2020	Identificar los artículos con mayor valor de inventario de la empresa mexicana BASAL, clasificándolos en categorías según el método del análisis ABC	PEPS ABC	Entrevista Técnica de observación.	Guía de entrevista Check list
9	(R. Macías et al., 2019)	Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el	Analizar el efecto del control de inventarios de acuerdo con sus políticas de	FIFO	Entrevista y observación	Guía de entrevista Check list

		caso de una empresa mexicana	devolución y su rentabilidad en Sociedad Civil.			
10	(Manosalvas et al., 2020)	Estrategia de control interno para el área de inventarios en la empresa Ferri Cortez Comercializadora de productos ferreteros en el cantón Santo Domingo.	Determinar estrategias de control para mantener un nivel de rotación óptimo de mercancías.	Tarjetas Kardex PEPS	Encuesta	Cuestionario
11	(Pazmiño et al., 2020)	Diagnóstico de gestión y control de inventarios de las pequeñas y medianas empresas	Determinar la inexistencia de softwares especializados para el control de inventarios, la no ejecución de control físico permanentes	Análisis ABC ERP	Encuesta y entrevista	Cuestionario y guía de entrevista
12	(Pérez & Romero, 2022)	Implementación de un sistema de gestión de inventarios (EPS)	Presentar un sistema de gestión de inventarios para anticipar necesidades, reducir inventario y agilizar flujo de materiales.	SLP PEPS ABC	Observación	Formatos de control interno
13	(A. Rodríguez et al., 2021)	Sistema de gestión de inventarios para Compañías de hardware - Caso de estudio	Analizar el manejo del inventario, de tal forma que puede ocasionar faltantes si se presenta una demanda alta inesperada, afectando los costos de los libros contables y generando la necesidad de un sistema de gestión de inventarios.	DOFA Ishikawa Matriz Vester	Simulación	Modelo CEP

14	(Sánchez & Martínez, 2021)	Control y stock de inventarios. Un estudio en empresas ferreteras de Maracaibo – Venezuela	Describir el control y stock de los inventarios en empresas ferreteras del municipio Maracaibo – Venezuela	ABC Just in time Tablas de frecuencia	Encuesta	Cuestionario
15	(Solórzano & Mendoza, 2022)	El control de inventarios y su impacto en la liquidez de la distribuidora "Miguel Sebastián" Manabí-Ecuador 2019-2020	Analizar el impacto del control de inventarios en la liquidez de la distribuidora "Miguel Sebastián" Manabí-Ecuador.	Tarjetas Kardex	Observación Entrevista	Lista de cotejo Guía de entrevista
16	(Trujillo, 2020)	Sistema para el control de inventarios en la empresa "Inversiones Novillo De Oro S.A.S"	Desarrollar una propuesta para el manejo de inventarios en la Empresa "INVERSIONES NOVILLO DE ORO S.A.S" ubicada en la ciudad de Bogotá.	Promedio ponderado PEPS y el costeo ABC	Entrevista no estructurada Observación directa	Guía de entrevista Check list
17	(Vélez & Pazmiño, 2022)	Importancia de los sistemas de inventarios en las organizaciones a través de una revisión bibliográfica	Analizar la importancia de los sistemas de inventarios en las organizaciones a través de una revisión bibliográfica encontradas en diversos documentos de la web.	PEPS	Investigación bibliográfica	Fichas de registro
18	(Aveiga et al., 2022)	Implementación de un sistema de gestión y control de inventarios en	Evaluar el sistema de gestión y control de	Pronóstico de demanda: Promedios	Encuesta	Cuestionario

		la empresa diprovet S.A. en Santo Domingo de Los Tsáchilas	inventario con el fin de generar niveles eficientes de existencias y mejorar la rotación de cada una de ellas mediante el análisis cíclico.	móviles		
19	(Caiza et al., 2022)	Estudio de factores incidentes sobre la gestión de inventarios-caso Pyme-Cibersegura.	Demostrar que la implementación de un modelo de inventarios permite tener un control adecuado de los mismos mejorando su tratamiento y rotación.	Indicadores	Revisión bibliográfica	Fichas de registro
20	(Mieles & Moreira, 2020)	Análisis de la rotación de mercancías y su incidencia en los costos de almacenamiento en la empresa K'Centro Pica.	Conocer el actual control de inventario que se lleva a cabo en la empresa, y en función de eso la cómo las mercancías ofertadas rotan entre sí, cómo es la rentabilidad de cada producto	Indicadores	Observación directa Entrevista Encuesta	Ficha de observación Guía de entrevista
21	(Castro & Salas, 2022)	Gestión de las mercancías desde una perspectiva de los inventarios en prendas de vestir.	Identificar las prendas más rotativas dentro del inventario, analizar el punto de reorden y proponer estrategias y acciones para mejorar su rotación	EOQ (Cantidad económica de pedido)	Revisión bibliográfica	Fichas de registro
22	(Alburqueque et al., 2022)	Gestión de inventarios para reducir los costos	Determinar el impacto de la gestión de inventario en la	PRISMA 2020	Revisión sistemática	Plantilla de registro Excel

		logísticos en empresas del sector industrial. Una revisión sistemática de la literatura durante el 2012-2022	reducción de costos logísticos en empresas del sector industrial			
23	(De la Fuente, 2017)	Gestión efectiva del producto: stock y rotación	Realizar compras inteligentes basadas en la selección de productos para garantizar que el stock es óptimo y el nivel de servicio adecuado	Indicadores Sistema ABCD	Estudio de plataformas logísticas	Fichas de registro
24	(B. López & Galarreta, 2018)	Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L.	Establecer los elementos del modelo de gestión de inventarios para reducir los costos del almacén	Análisis ABC Diagrama de Ishikawa Regresión lineal	Análisis de datos	Estadígrafos
25	(Pizzan et al., 2022)	Control de inventario y rentabilidad en una empresa ferretera de Manantay – Perú	Determinar el nivel de relación entre control de inventario y rentabilidad en la empresa	Ratios financieros	Análisis documental	Guía de análisis documental
26	(S. Rodríguez et al., 2020)	Planificación y Gestión de Inventarios en la cadena de Suministro del sector Post Venta Automotriz	Evitar las roturas de stock y así las empresas del sector puedan atender la demanda diaria	Sistemas Kanban basado en principios pull, ABC y EOQ.	Planificación	Data histórica y flujo de información

27	(Samaniego, 2020)	Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas	Aplicar, en función de las necesidades puntuales del estudio de caso, variables específicas para el proceso de inventarios.	Dinámica de sistemas	Entrevista	Guía de entrevista
28	(Juárez et al., 2023)	Aplicación de herramientas de gestión de calidad en una empresa de cárnicos	Seleccionar las alternativas de solución de la problemática que enfrenta una empresa dedicada a la venta de cárnicos con base en la aplicación de herramientas de gestión de calidad para la contribución en la reducción de costos.	Herramientas de gestión de la calidad: Ishikawa Diagrama de Pareto 5S	Entrevista	Guía de entrevista
29	(Hernández et al., 2023)	Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera	Aplicar la metodología 5S en un almacén de refacciones para mejorar las condiciones de trabajo, que permitan la ejecución de labores de forma organizada.	Metodología 5S	Auditoría	Fichas de registro
30	(Bellido et al., 2021)	Modelo De Optimización De Gestión De Inventarios Basado En Las Metodologías 5S Y DDMRP en Pymes Comerciales	Optimizar la planificación de inventarios en Pymes comerciales de productos cárnicos.	Herramientas Lean 5 S Demand Driven MRP	Simulación	Software Arena

Nota. Elaborado por el autor.

Se obtuvo un total de 30 artículos científicos con relación a las variables de estudio: gestión de inventarios y rotación de existencias; donde estos actúan como una base sólida sobre la cual se construye este trabajo, proporcionando evidencia, contexto y orientación metodológica. Bajo este contexto, se identificaron las herramientas, técnicas e instrumentos más relevantes utilizados en cada investigación; lo que permitió establecer un panorama más claro y preciso para el marco metodológico.

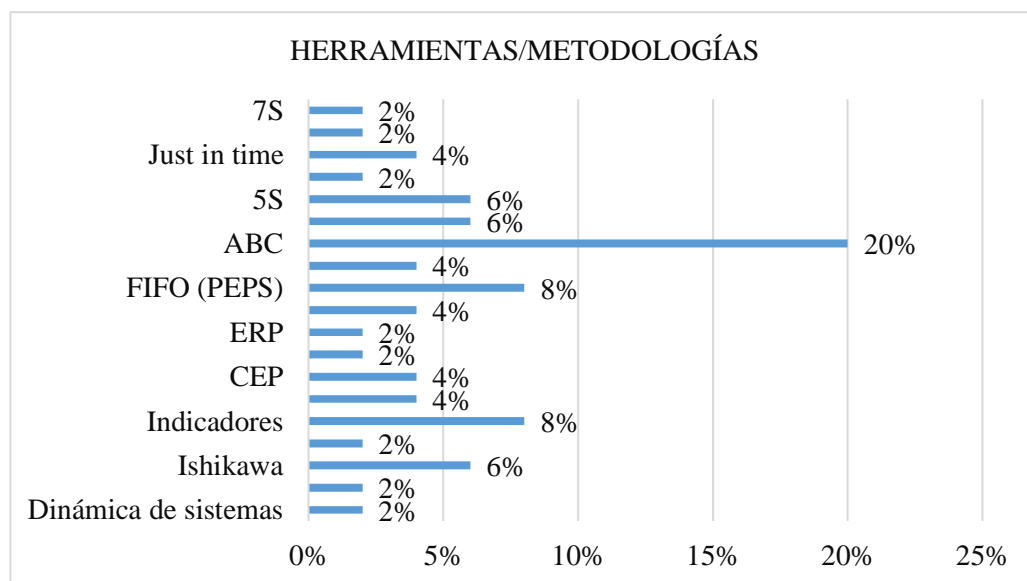
1.2.2 Análisis para la cuantificación de los artículos

A continuación, se presenta en la figura 4, un resumen de las metodologías más utilizadas por los autores, las mismas que en el anexo A se identifican en tres grupos; herramientas Lean, herramientas de métodos de inventarios y herramientas de calidad. Esta tabla ofrece una visión general de las diferentes metodologías empleadas por los autores en los estudios seleccionados, lo que proporciona una comprensión más profunda de las prácticas metodológicas predominantes en la investigación sobre la gestión de inventarios y rotación de existencias.

P1: ¿Cuáles son las metodologías aplicadas dentro de las variables de estudio?

Figura 4.

Representación de metodologías aplicadas



Nota. Elaborado por el autor.

Las metodologías mostradas en la Fig. 4 hacen mención a tres grupos: herramientas de gestión de la calidad, herramientas Lean y herramientas utilizadas para

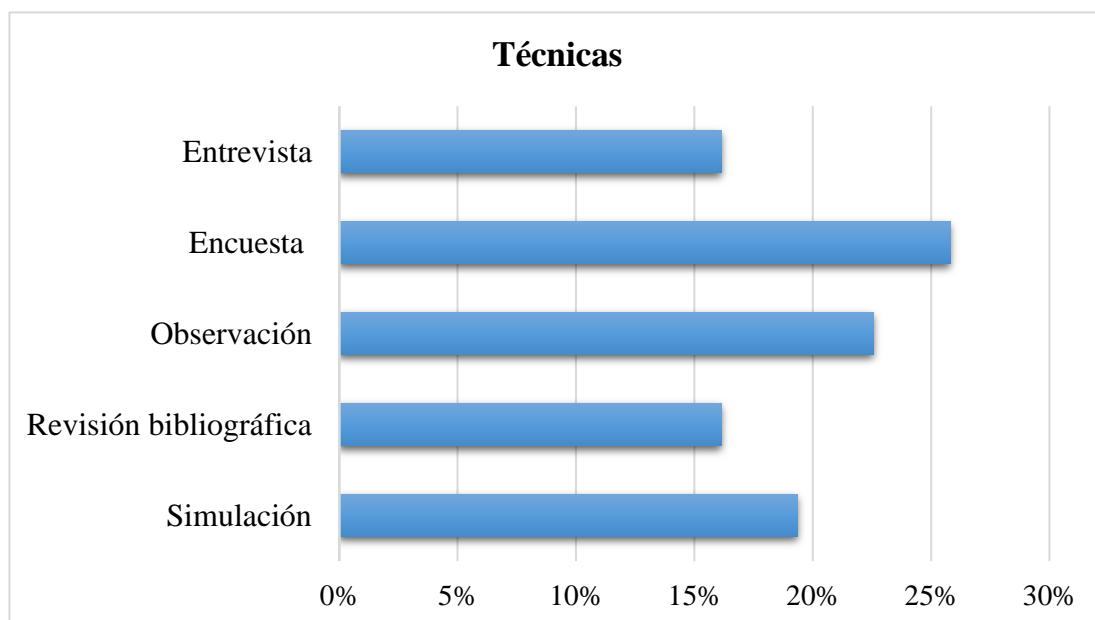
mejorar la gestión de inventarios. Bajo este contexto, se evidencia que dentro de las herramientas de gestión de la calidad se encuentra el diagrama Ishikawa con un 6%, seguido del diagrama de Pareto con 2%. Dentro de las herramientas Lean se encuentran las herramientas 5S con 6% y Just in time con un 4% como principales para mejorar la eficiencia y calidad. Además, se observa que la mayoría de los autores optaron por la metodología ABC y PEPS, con 20% y 18% respectivamente, como métodos para gestionar inventarios.

P2: ¿Cuáles son las técnicas que utilizan?

Se muestra en la figura 5 las técnicas mayormente utilizadas por los autores, en donde se evidencian las más reconocidas: la encuesta, entrevista, técnica de observación, revisión bibliográfica y simulación. Esta representación sirve para obtener una visión clara de cómo realizaron la recolección de datos para garantizar la calidad e integridad de los estudios y de esta forma manejar resultados confiables para el estudio.

Figura 5.

Representación de técnicas aplicadas.



Nota. Elaborado por el autor.

Las técnicas mostradas en la figura 5, representan las principalmente aplicadas por los autores; la encuesta, representada con un 26%, seguida de la técnica de observación con 23%, demostrando que para que exista una buena gestión de inventarios es necesario verificar la situación actual de la empresa mediante un análisis

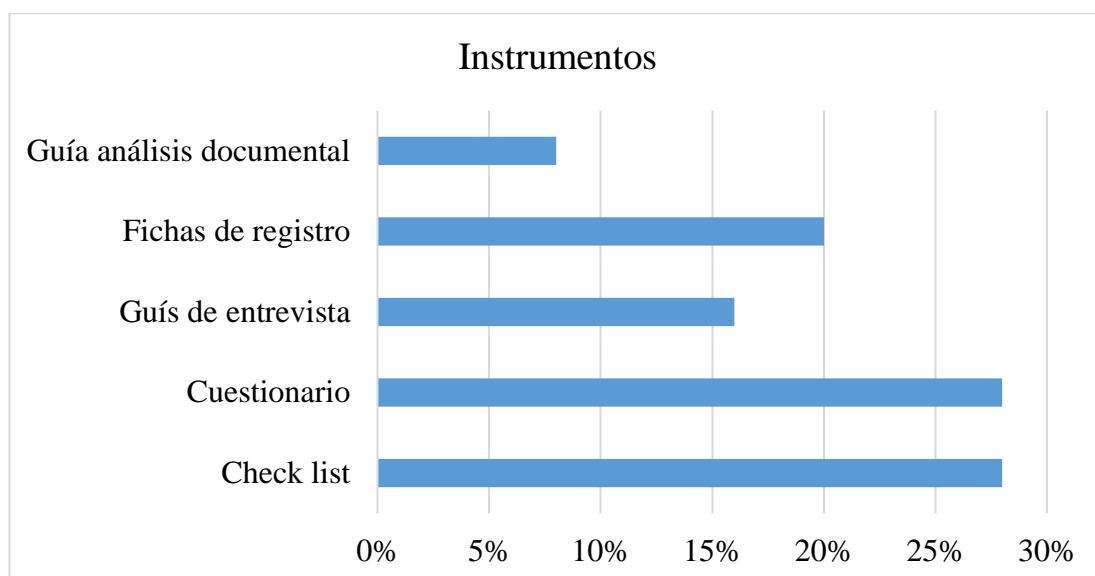
directo. Además, se encuentran las técnicas de simulación y encuesta con 19% y 16% respectivamente. Se concluye que las técnicas más relevantes para este estudio son la encuesta y la técnica de observación.

P3: ¿Cuáles son los instrumentos utilizados?

Se muestra en la figura 6 la representación de los instrumentos más utilizados por los autores, los más mencionados son: guía de análisis documental, fichas de registro, guía de entrevista, cuestionario y check list. Esto permitirá evaluar la validez y fiabilidad de los datos recopilados en los estudios seleccionados. Además, proporciona una comprensión de las prácticas de medición empleadas, incluyendo cómo se miden las variables de interés, qué instrumentos se utilizan para ello y la comparación de resultados entre estudios con la finalidad de definir cuáles podrían ser adecuados para este trabajo.

Figura 6.

Representación de instrumentos más utilizados.



Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 6 se representa que la mayoría de los estudios optaron por llevar a cabo cuestionarios como parte de su metodología con un 28%, de la misma manera la lista de chequeo con el mismo porcentaje; mientras tanto las fichas de registro representan un 20% y la guía de entrevista con 16%. Esto nos sirve para darnos una guía y ampliar el panorama de los instrumentos mayormente utilizados y de los cuáles se puede optar para la utilización de este trabajo.

P4. ¿Cuál es la distribución geográfica de los estudios?

En la figura 7 se detalla la ubicación geográfica de los estudios seleccionados para este trabajo; el objetivo es evaluar la relevancia de los hallazgos para diferentes contextos geográficos, así como identificar oportunidades de colaboración entre investigadores con intereses comunes en la misma región. En resumen, esta representación se muestra con el fin de establecer la ubicación geográfica de los estudios proporcionando una comprensión más completa y contextualizada para este estudio.

Figura 7.

Distribución geográfica de los estudios.



Nota. Elaborado por el autor.

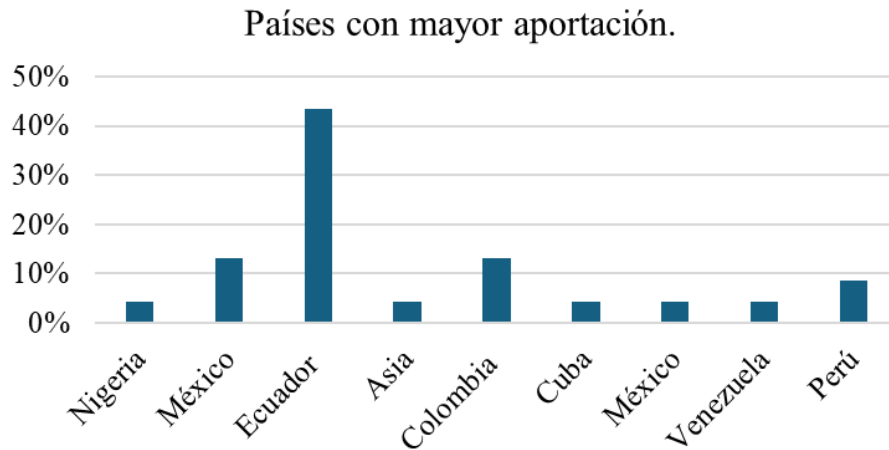
La figura 7 presentó la concentración de actividades investigativas; se evidencia que Ecuador es el país con mayor concentración de estudios relevantes para este estudio, esto sirvió para profundizar los temas incluidos en este sector y determinar el vacío del conocimiento de diferentes áreas.

La investigación sobre la gestión de inventarios ha sido llevada a cabo en nueve países diferentes. Posteriormente, en la Figura 8 se detallan los nombres de los países con mayor aportación con respecto al tema de estudios ubicados en el mapa de distribución. Donde destaca Ecuador, como el país con mayor cantidad de estudios

publicados con un total de diez artículos, lo que sirve para establecer un panorama más amplio sobre las investigaciones existentes.

Figura 8.

Representación de países con mayor cantidad de artículos relacionados.



Nota. Elaborado por el autor.

Ecuador resalta como el mayor ponente de investigaciones científicas con respecto al tema de investigación con más del 40%, seguido de Colombia y México con 12% cada una. Se concluye que los países Sudamericanos son los principales portadores de investigaciones con respecto a las variables: gestión de inventarios y rotación de existencias.

Proceso analítico jerárquico (AHP)

Autores como López et al., (2021) mencionan que su enfoque se fundamenta en la comparación directa entre elementos, lo que no solo facilita la evaluación de diversas opciones, sino también la determinación de la importancia relativa de cada criterio mediante comparaciones entre pares, permitiendo establecer prioridades entre los elementos en cada nivel.

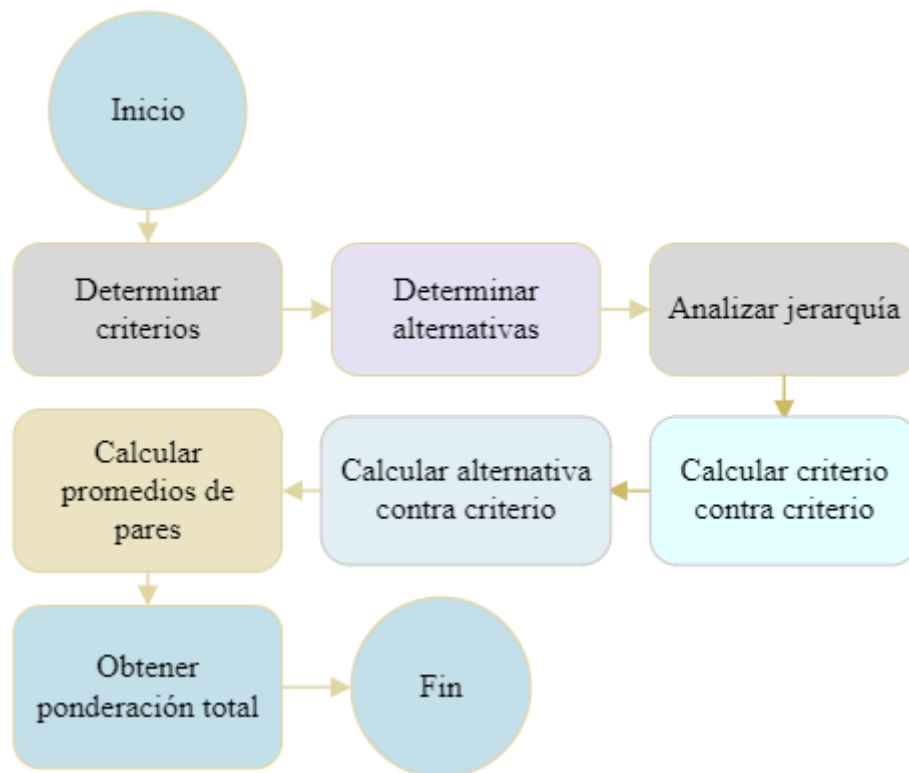
Para Luna et al., (2019) el proceso de análisis jerárquico (AHP) fue creado con el propósito de resolver con eficacia problemas complejos que implican múltiples criterios. En este proceso, el tomador de decisiones debe ofrecer valoraciones subjetivas sobre la importancia de cada criterio y luego expresar sus preferencias con respecto a las distintas alternativas en relación con cada criterio. El

resultado del AHP es una jerarquía de prioridades que refleja la preferencia global para cada alternativa de decisión.

En la figura 9 se visualiza el diagrama de flujo del proceso analítico jerárquico (AHP) en donde se puede apreciar cada etapa a seguir para lograr resultados óptimos en la utilización del programa, lo que permitió establecer la mejor metodología para la realización del proyecto. Cabe recalcar que el AHP se empleó únicamente para establecer la metodología idónea en base a las herramientas de gestión de inventarios, la cual será utilizada en la propuesta de este trabajo.

Figura 9.

Diagrama de flujo del método AHP.



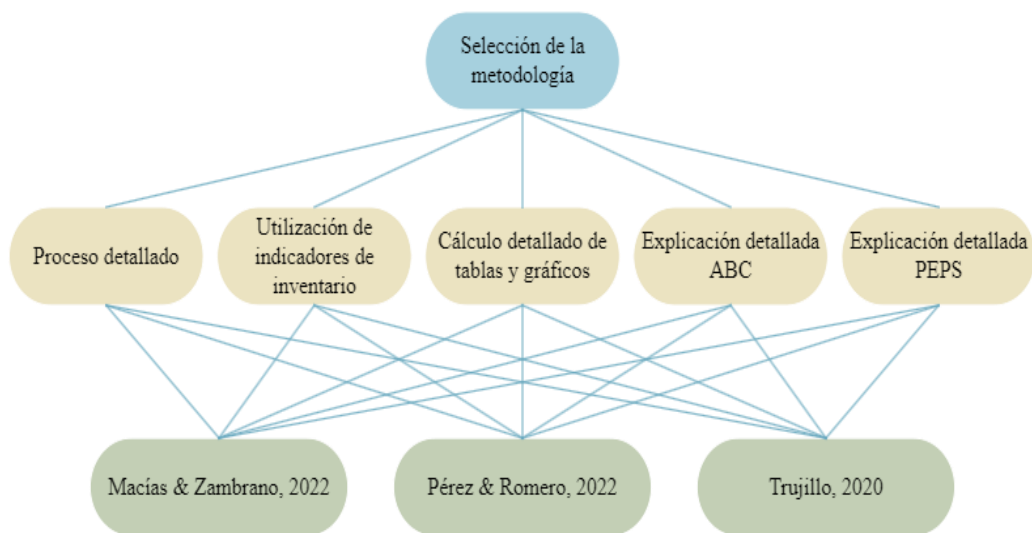
Nota. Elaborado por el autor en base a Luna et al., (2019).

El diagrama de flujo representado en la figura 9 ayuda a representar gráficamente las etapas y los pasos del proceso, desde la identificación de los criterios y alternativas hasta la obtención de los resultados finales. Esto facilita la comprensión del método y ayuda a los tomadores de decisiones a seguir el proceso de manera sistemática y organizada; ayudando a visualizar y comprender el proceso de toma de decisiones y finalmente concluir con la ponderación total, la cual ayuda a establecer la metodología para este estudio.

Se establecen a continuación los criterios y alternativas para el AHP. De este modo, de los 30 artículos seleccionados en el mapeo sistemático, las metodologías más utilizadas para medir la rotación de inventarios son el método ABC y PEPS; de los cuáles únicamente 3 autores emplean la combinación de las dos metodologías. En función a (Macías & Zambrano, 2022; Pérez & Romero, 2022; Trujillo, 2020) se realiza el AHP mostrada en la Fig. 10; se establecen los criterios y alternativas para seleccionar la metodología adecuada para este trabajo.

Figura 10.

Criterios y alternativas para el AHP.



Nota. Elaborado por el autor.

El objetivo de la figura 10 se centra en estructurar y facilitar la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Los criterios representan los factores claves, como el proceso detallado, cálculo detallado de tablas y gráficos; además de la explicación detallada de las dos metodologías más utilizadas por los tres autores escogidos para las alternativas correspondientes. Al definir criterios y alternativas de manera clara y exhaustiva, se establece una base sólida para evaluar y seleccionar el sistema de gestión de inventarios más adecuado, contribuyendo a una mejor gestión y control de existencias.

De la misma forma se plantea en la tabla 6 los pesos de los criterios a evaluar, relacionándolos entre sí; en donde, 1= significativo, 3= muy significativo y 5= extremadamente significativo, con una relación de consistencia de 0,088.

Tabla 6.*Peso de los criterios*

Criterios	Proceso detallado	Utilización de indicadores de inventario	Uso de tablas y gráficos	Explicación detallada ABC	Explicación detallada PEPS
Proceso detallado	1	1/2	1/2	2	2
Utilización de indicadores de inventario	2	1	3	2	2
Cálculo detallado de tablas y gráficos	2	1/3	1	1/2	1
Explicación detallada ABC	1/2	1/2	2	1	1
Explicación detallada PEPS	1/2	1/2	1	1	1

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 6 se establecen los pesos de los criterios con el fin de asignar una importancia relativa a cada uno de ellos; estos pesos reflejan la contribución de cada criterio a los objetivos o criterios de mayor nivel en la jerarquía de decisiones. Así, se puede cuantificar la relevancia de cada criterio en relación con los demás, lo que permite priorizarlos adecuadamente y tomar decisiones más fundamentadas y coherentes con el propósito de ayudar a estructurar el proceso de toma de decisiones y a garantizar que cada ponderación se asignen de manera óptima según los objetivos y necesidades de este trabajo. Una vez establecidos los pesos de los criterios, se realiza la comparación por pares de cada alternativa (Anexo D); donde se compararon criterios y alternativas, como se muestra en la tabla 7, seleccionando la mejor opción según el AHP.

Tabla 7.*Ponderación de pares.*

Alternativas	Proceso detallado	Utilización de indicadores	Uso de tablas y gráficos	Explicación detallada ABC	Explicación detallada PEPS	Prioridades
Macías & Zambrano	31,20%	31,20%	40,00%	31,20%	40,00%	33,80%
Pérez & Romero	49,00%	49,00%	40,00%	49,00%	40,00%	46,30%
Trujillo Jefferson	19,80%	19,80%	20,00%	19,80%	20,00%	19,80%

Nota. Elaborado por el autor.

Mediante la tabla 7 se ponderaron las tres alternativas mediante el AHP, se visualiza los porcentajes o pesos de cada alternativa frente a cada criterio establecido. Es evidente la inclinación hacia la segunda alternativa dirigida por Pérez & Romero, (2022) con ponderaciones superiores al 40% en cada una de las comparaciones. De esta forma se establece un panorama más claro sobre la parte metodológica a emplearse para el siguiente capítulo.

Se obtiene la ponderación total de las alternativas en la tabla 8; lo que permite obtener la recomendación según el AHP de la alternativa más relevante a utilizar y así, establecer la metodología adecuada para este trabajo.

Tabla 8.

Ponderación total obtenida del AHP para cada alternativa.

Nombre de la opción	Prioridades
Macías & Zambrano	0,338
Pérez & Romero	0,463
Trujillo Jefferson	0,198

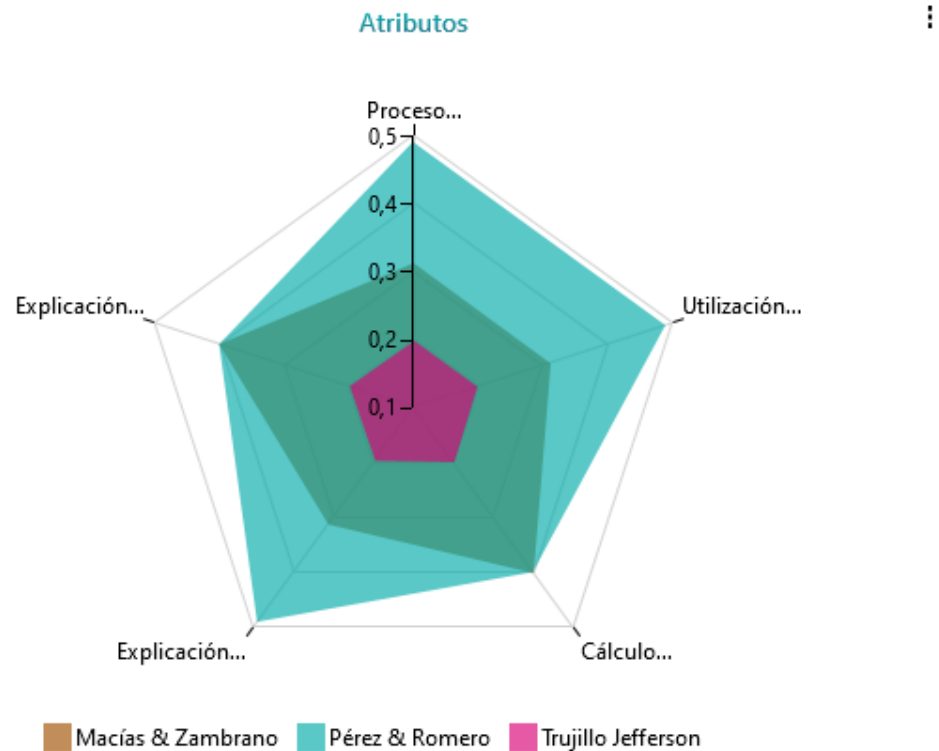
Nota. Elaborado por el autor.

La ponderación total obtenida del AHP indica que la alternativa 2, establecida por (Pérez & Romero, 2022), tiene un 46,3% de recomendación; la misma cumple con los criterios o parámetros establecidos anteriormente en función de la rotación de existencias. De esta forma, en segundo lugar, se encuentra la alternativa 1 con el 33,8% de recomendación y en tercer lugar se establece la alternativa 3, esta alternativa relaciona las dos metodologías, pero por medio de una entrevista, de tal forma que no cumple con los criterios establecidos.

Por otro lado, el programa AHP ofrece una gráfica de radar en donde se visualizan las ponderaciones de recomendación. En la figura 11 se muestran los atributos de cada criterio para cada alternativa.

Figura 11.

Gráfica radial de los atributos.



Nota. Elaborado por el autor.

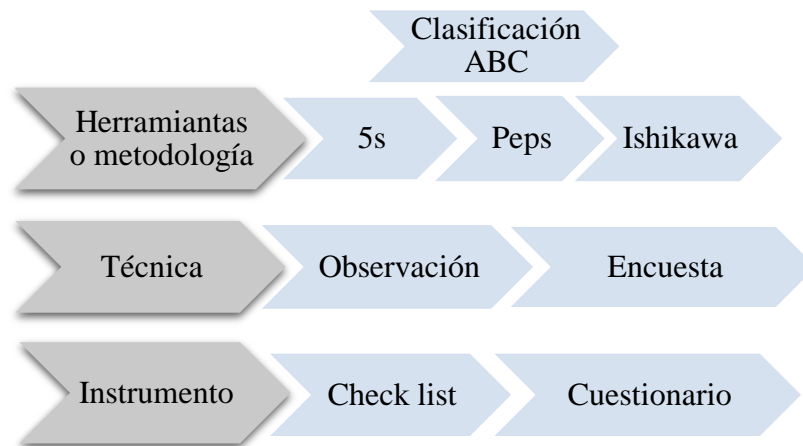
En la gráfica radial se representa visualmente la evaluación de las alternativas en relación con los criterios, se visualizan cada uno de los criterios y la distancia desde el centro de la gráfica indica la calificación o peso asignado a cada alternativa en ese criterio. Esto permitió identificar rápidamente cuál alternativa es la más adecuada en función a los criterios establecidos para este trabajo.

Finalmente, se analizaron las tres alternativas, de las cuales la segunda opción establecida por Pérez & Romero, (2022) es la más aplicable en este caso ya que cumple con todos los criterios predefinidos; las herramientas ABC y PEPS principales para la realización de la propuesta en la parte metodológica.

A continuación, se presenta de manera resumida en la Fig. 12 el análisis de datos siguiendo la estructura del estado del arte, la cual será utilizada en este trabajo, extrayendo las herramientas y técnicas más relevantes del estado del arte.

Figura 12.

Representación del análisis de datos.



Nota. Elaborado por el autor.

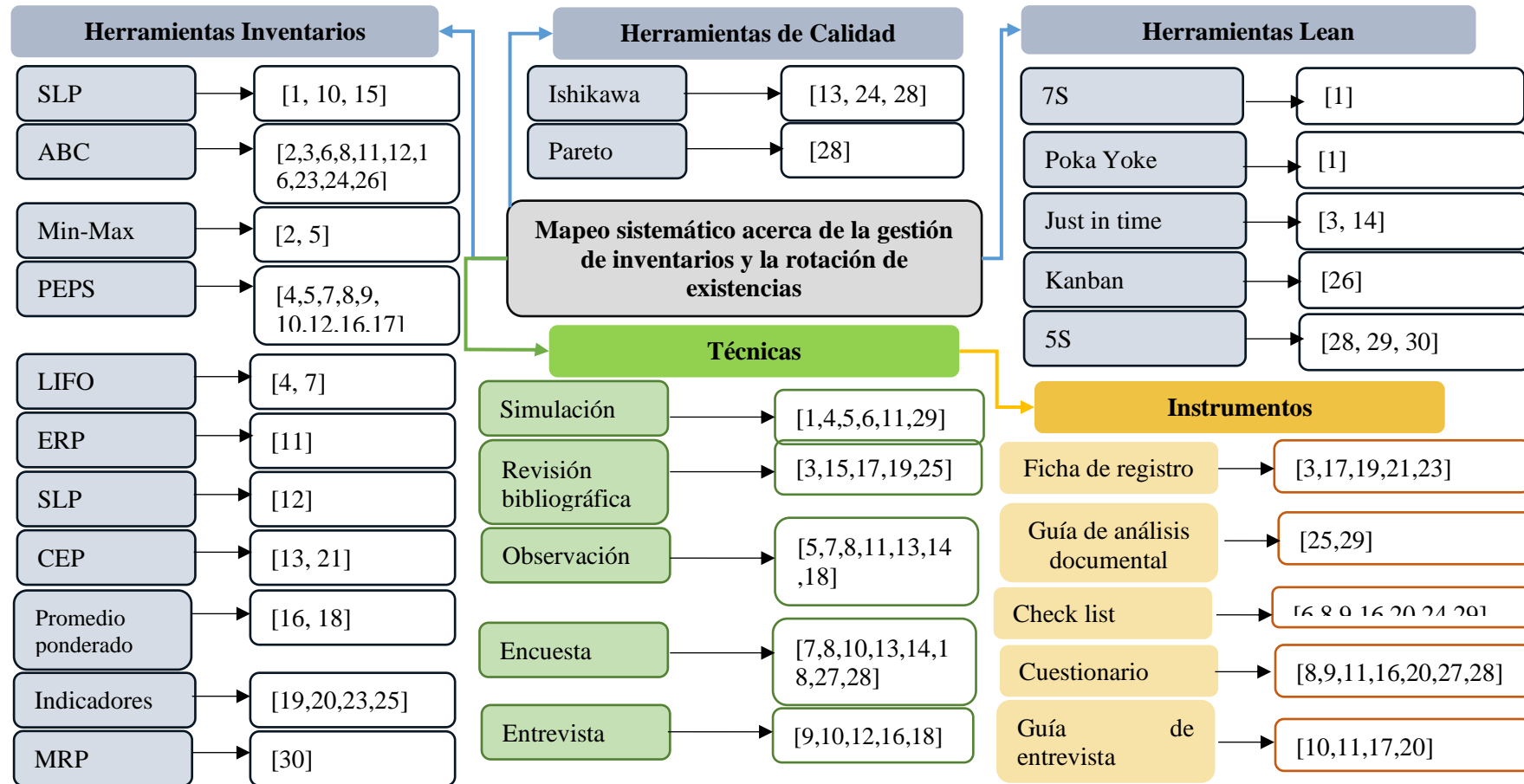
Se visualiza en la figura 12, las herramientas, técnicas e instrumentos, mediante la información obtenida en el estado del arte con el fin de garantizar la calidad, validez y credibilidad de la investigación, así como para proporcionar un marco claro para el diseño y la implementación del sistema de gestión de inventarios propuesto.

En primer lugar, resulta importante destacar que las herramientas más relevantes utilizadas por los autores se clasificaron en tres categorías; herramientas Lean, herramientas para la gestión de inventarios y herramientas de calidad. Esto con el fin de establecer la propuesta más conveniente en base a las necesidades de la empresa; la misma que se basa en un sistema de gestión de inventarios (SGI) que proporcione un monitoreo constante y en tiempo real para gestionar los materiales y principalmente mantener un orden específico para cada categoría.

En la figura 13 se muestra el mapa con el concentrado de los resultados del presente trabajo; con esta presentación se detallan las herramientas, técnicas e instrumentos de investigación más utilizados por los autores, estableciendo una organización en la que es posible visualizar e identificar la información más precisa de lo que se utilizará en la propuesta.

Figura 13.

Concentrado de los resultados.



Nota. Elaborado por el autor.

Se observa en la figura 13, que las dos herramientas más utilizadas para gestionar inventarios son el método ABC y el método PEPS. La particularidad que se encuentra es que únicamente tres autores combinan estos dos métodos importantes para resolver el problema de inventarios de sus estudios; mientras que los demás autores hacen uso de métodos individuales. Por lo tanto, los autores (Macías & Zambrano, 2022; Pérez & Romero, 2022; Trujillo, 2020) fueron seleccionados para el proceso de análisis jerárquico (AHP), en donde la sugerencia del programa fue el autor (Pérez & Romero, 2022) debido a que cumple con los criterios establecidos.

Por otro lado, destaca el diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad más relevante, utilizada por tres autores. Mientras que las herramientas 5S destaca entre las herramientas Lean, utilizadas por tres autores.

Se observa también en el mapa del concentrado de resultados que las técnicas de observación y la encuesta fueron las más relevantes utilizadas por los autores. Por último, los instrumentos de mayor notabilidad son la lista de chequeo y el cuestionario; esto servirá como punto de partida para la parte metodológica y posteriormente para la propuesta de este trabajo de integración curricular.

1.3. Gestión de inventarios.

Alburquerque et al., (2022) señalan que cuando se utiliza el término gestión de inventarios, nos referimos a un análisis detallado de los productos o materiales almacenados. Esto implica llevar a cabo diversas actividades que permiten obtener un amplio entendimiento para administrar de manera eficaz el registro, la adquisición y la salida de inventario en una empresa.

La gestión de inventarios representa una función fundamental en cualquier empresa, especialmente en aquellas donde los productos tienen una vida útil limitada y pueden sufrir pérdidas debido a una gestión inadecuada o a una rotación insuficiente (Flores et al., 2023). Por su parte, Tejada et al., (2022) añade que el control de existencias implica mantener un registro continuo de los niveles de inventario, proporcionar datos sobre el flujo de entrada y salida de los productos en el almacén, y calcular las existencias en términos tanto totales como individuales.

Por otro lado, Zapata, (2014) menciona que los inventarios deben actuar como una reserva para mitigar cualquier cambio repentino en la demanda o deficiencia en el proceso de abastecimiento de la empresa, garantizando así su capacidad para operar

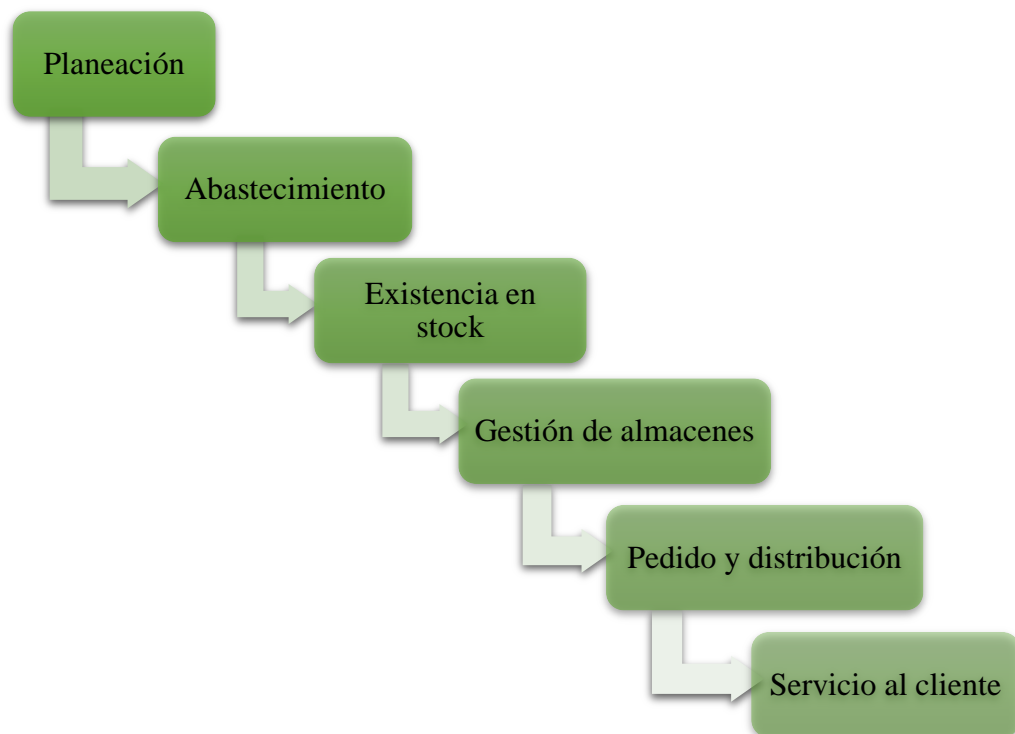
sin contratiempos y seguir satisfaciendo las necesidades de los clientes de manera efectiva.

Calderón et al., (2022) sugieren que los modelos de gestión de inventarios deben abarcar todas las etapas; desde la adquisición de materiales, el procesamiento de productos en curso, hasta la distribución de productos terminados. Bajo este contexto, Vélez & Pazmiño, (2022) añaden que para establecer una gestión de inventario eficiente, se necesitan políticas organizativas específicas para garantizar su efectividad, las mismas que comprenden un conjunto de normas y procedimientos diseñados para garantizar una seguridad adecuada en términos de disponibilidad de inventario y para restringir el acceso al mismo, con el objetivo de mejorar la rentabilidad (Fig. 14).

Proceso para la gestión de inventario

Figura 14.

Proceso para le gestión de inventarios.



Nota. Tomado de Camacho et al., (2020).

1.3.1 Métodos de gestión de inventarios

Método PEPS

La gestión de inventario bajo el método Primeras Entradas, Primeras Salidas (PEPS), también conocido como First In, First Out (FIFO) en inglés, según Pérez & Romero, (2022) es una práctica interna adoptada por las empresas, la misma que consiste en asegurar que los productos más antiguos, es decir, los primeros en ingresar al almacén sean los primeros en ser vendidos. Este enfoque se implementa para prevenir la degradación, caducidad u obsolescencia de productos perecederos, evitando así que permanezcan almacenados por largos períodos.

Autores como Vélez & Pazmiño, (2022) destacan este método como uno de los principales en inventarios continuos, ya que evita que los productos permanezcan en los almacenes por largos periodos y pierdan su valor en el mercado. A pesar de esto, el sistema presenta una serie de ventajas y desventajas que se detallan a continuación:

Ventajas:

- El valor del inventario al final se basa en el precio de las adquisiciones más recientes.
- Los productos vendidos se evalúan utilizando el costo de las primeras adquisiciones, lo que resulta en un costo registrado en el estado de resultados inferior al de otros métodos de valoración.
- Este menor costo en el estado de resultados conduce a una utilidad bruta mayor en comparación con otros métodos.

Desventajas:

- La mayor ganancia resulta en un aumento en el pago de impuestos.
- En un entorno encarecedor, puede generar una ganancia excesiva al comparar costos de compras pasados con precios de venta actuales.

Método ABC

Para Macías & Zambrano, (2022), el enfoque ABC para clasificar productos se basa en el principio de Pareto, una propiedad estadística que permite categorizar los productos de forma preliminar según criterios como su impacto significativo en el valor total ya sea en términos de inventario, ventas o costos.

El sistema ABC clasifica productos según su importancia para establecer niveles de control de existencias, reduciendo así tiempos, esfuerzos y costos de gestión de inventarios. Controlar cada artículo consume recursos considerables, por lo que priorizar la gestión según la relevancia de los productos optimiza la eficiencia y minimiza gastos innecesarios.

El propósito del inventario es prevenir la insatisfacción de la demanda debido a la falta de productos y promover oportunidades para mejorar la gestión de inventarios. Además de estos objetivos primordiales, Pazmiño et al., (2020) resaltan la importancia de reconocer otros objetivos asociados.

- Minimizar gastos relacionados con la distribución.
- Obtener precios más bajos mediante la adquisición de productos en cantidades mayores.
- Erradicar la presencia de productos vencidos, dañados o defectuosos.
- Mitigar las disparidades entre la oferta y la demanda.
- Atenuar riesgos a través del mantenimiento de niveles de inventario de seguridad.

1.4. Rotación de existencias

Por otro lado, Tejada et al., (2022) indica que hay varios métodos disponibles para evaluar la eficacia de la gestión de inventarios, mediante el análisis de sus resultados, y estas herramientas son ampliamente utilizadas por las empresas para evaluar la eficacia de sus sistemas y para evaluar el desempeño de los gerentes en la gestión de existencias.

Además, establecen indicadores de desempeño para un sistema de inventario, los cuales son el nivel de servicio y el inventario promedio. El cálculo para estos indicadores es el siguiente:

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{\text{Unidades faltantes}}{\text{Unidades solicitadas}}$$

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Inventario promedio}}$$

$$\text{Días de cobertura} = \frac{\text{Número de días por periodo}}{\text{Rotación de inventario}}$$

Índice de rotación

Este índice proporciona una medida de la relación entre el consumo o ventas registradas durante un período específico (normalmente un año) y el inventario promedio en ese mismo período.

Tabla 9.

Fórmulas empleadas para medir la rotación de existencias.

Fórmulas	
$IR = \frac{Cv}{Io}$	IR=Índice de rotación total de inventarios Cv= costo de los productos vendidos Io= inventario promedio total
$\text{Índice de rotación productos terminados} = \frac{Cv}{Iopt}$	Iopt=Inventario promedio productos terminados.
$\text{Índice de rotación productos en proceso} = \frac{Cf}{Iop}$	Cf=Costo de los productos fabricados Iop= Inventario promedio de productos en proceso.
$\text{Índice de rotación de materia prima} = \frac{Cmp}{Iomp}$	Cmp= Costo de materias primas consumidas Iomp= Inventario promedio de materias primas.
$\text{Índice de rotación de artículos en mantenimiento} = \frac{Cm}{Iom}$	Cm= costo de artículos consumidos Iom= Inventario promedio de artículos para mantenimiento.
$\text{Índice de eficiencia} = \frac{D + E}{OR}$	D, E= Saldo por defecto o exceso Or= Objetivo de requisición

Nota. Tomado de Tejada et al., (2022).

Para De la Fuente, (2017) asegurar una gestión eficiente de la rotación y antes de profundizar en el cálculo de esta métrica, es esencial para llevar a cabo un análisis exhaustivo del nivel de ventas o utilización de todos los productos en existencia. Por lo que se recomienda clasificar los productos de manera lógica y coherente en función de sus ventas para facilitar este proceso.

1.5 Recapitulación del Capítulo I

En el presente capítulo, se ha introducido el contexto y la problemática relacionada con la gestión de inventarios en la empresa Ingeotop S.A. en el que básicamente se ha destacado la importancia de contar con un sistema eficiente para medir el índice rotacional de existencias, dado su impacto en la rentabilidad y eficiencia operativa de la empresa.

Inicialmente, se abordó el marco teórico relacionado con la gestión de inventarios, a través del mapeo sistemático (Tabla 5), destacando los conceptos fundamentales y los diferentes métodos utilizados para gestionar inventarios con el fin de medir la rotación de existencias. Se identificaron las limitaciones y desafíos asociados con los enfoques tradicionales, lo que resalta la necesidad de desarrollar una metodología más precisa y adaptada a las necesidades específicas de la empresa.

Posteriormente, se presentó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre sistemas de gestión de inventarios y la rotación de existencias. Se examinaron diversos estudios y enfoques previos, identificando las mejores prácticas y las áreas de oportunidad para la investigación propuesta (Fig. 13). Luego se definió la metodología más adecuada en base a las necesidades de la empresa en base a criterios y alternativas por medio del proceso analítico jerárquico AHP; en donde se obtuvo la mejor ponderación para la metodología establecida por Pérez & Romero, (2022)

Finalmente, se delineó el objetivo principal de la presente investigación: proponer un sistema de gestión de inventarios innovador y eficiente que permita medir de manera precisa el índice rotacional de existencias en la empresa Ingeotop S.A. Se destacó la relevancia de esta propuesta en la mejora de la toma de decisiones, la optimización de los niveles de inventario y la maximización de la eficiencia operativa.

En resumen, el Capítulo I proporciona una base sólida para el desarrollo de la investigación, estableciendo el contexto, la relevancia y los objetivos del estudio propuesto sobre el sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

En el capítulo I se detalló un enfoque sistemático a través del mapeo, con el objetivo de llevar a cabo una estimación cuantitativa; este enfoque se concentró en analizar investigaciones acerca de distintos métodos para la gestión de inventarios con el fin de analizar las herramientas, técnicas e instrumentos que permitan la realización de la propuesta de un sistema de gestión de inventarios conforme a las necesidades de la empresa. Conjuntamente, se realizó el método de toma de decisiones multicriterio por medio del análisis jerárquico AHP donde se logró identificar la metodología adecuada para el presente capítulo.

El enfoque metodológico del presente trabajo se basa en el análisis de datos mediante el uso de herramientas que permitieron cuantificar los resultados de las variables de estudio. En este sentido, Del Cid et al., (2007) añaden que los datos numéricos posibilitan la creación de tablas y gráficos que representan de manera efectiva un fenómeno.

Además, la investigación tendrá un enfoque principalmente descriptivo en su alcance. Según Zárata et al., (2019) estos eligen un conjunto de aspectos y los evalúan individualmente. Tales estudios buscan identificar las características clave de individuos, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno bajo análisis. Además, esta investigación también tendrá un alcance correlacional, ya que su objetivo fue determinar el nivel de relación entre las dos variables de estudio.

2.2. Diseño de investigación

El presente trabajo, con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-correlacional; después de presentar los fundamentos del marco metodológico, se concluyó que el diseño sería de naturaleza no experimental argumentado por Romero et al., (2021) el cual detallan que, en un estudio no experimental, las variables independientes se presentan naturalmente y no se pueden manipular. No existe un control directo ni se puede influir en ellas, ya que los eventos han ocurrido y sus efectos se han manifestado.

En otras palabras, este trabajo de integración curricular se limita a analizar el SGI de la empresa Ingeotop S.A. y su interacción con el entorno natural en el que opera.

Además, esta investigación se identificó como tipo transversal en donde se llevó a cabo un análisis de los procesos de la empresa y se recopiló información relevante como rotación de existencias, describiendo de manera precisa el sistema de gestión de inventarios actual y después analizar detalladamente el impacto que genera. Romero et al., (2021) añaden que en un estudio de tipo transversal se hace el seguimiento de una variable en un periodo de tiempo determinado, en lugar de varios años.

Adicionalmente, se caracterizó como una investigación de campo, de acuerdo con Baena, (2017) esta categorización, se debe a que se desarrolló en el ambiente o contexto natural en el cual los fenómenos o sucesos objeto de estudio tienen lugar. En el marco de este proyecto de investigación, la obtención de datos relacionados con los inventarios se llevó a cabo directamente en la empresa Ingeotop S.A.

Este enfoque investigativo, permitió la recopilación de información pertinente acerca de las variables objeto de estudio, las mismas que se utilizaron para evaluar la gestión y proponer un modelo adecuado para evaluar la rotación de las existencias de la empresa por medio de un SGI eficiente.

2.3. Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico llevado a cabo en este trabajo se basó en el enfoque de Pérez & Romero, (2022) quienes desarrollaron un sistema de gestión de inventarios para agilizar el movimiento de los materiales dentro de la empresa, con lo que emplearon métodos como el PEPS (Primeras entradas primeras salidas) para gestionar los materiales y el método ABC para la clasificación de los mismos. Se empleó una secuencia lógica para formular dicho sistema, como se describe en la Figura 15.

Figura 15.

Diseño del proceso metodológico



Nota. Elaborado por el autor.

Análisis

Durante esta etapa inicial, se lleva a cabo la recopilación exhaustiva de datos relacionados con el proceso de gestión de inventarios. El propósito es analizar esta información para obtener una comprensión completa del entorno y el funcionamiento del proceso operativo, así como la interacción entre el área de almacenamiento y las áreas de despacho.

Diagnóstico

En esta etapa de la metodología utilizada en esta investigación, se pretende enriquecer la información recopilada en la fase anterior con datos adicionales más sólidos con la ayuda de una lista de chequeo. Además, se empleará el método ABC para la clasificación de las existencias e identificar los productos con mayor, media y baja rotación. Estos datos contribuirán a reforzar el análisis de la gestión de inventarios de la empresa y, por ende, a realizar un diagnóstico más preciso de la situación actual. Además, permitirán identificar áreas específicas con potencial de mejora.

Propuestas de solución

El propósito de esta etapa es presentar opciones que aborden las áreas identificadas para mejorar. El objetivo es gestionar eficientemente el inventario y mejorar la rotación de los materiales mediante el método PEPS para mejorar el flujo de materiales y evitar mermas.

Implementación y evaluación

En esta etapa del método, se lleva a cabo la ejecución y evaluación de las soluciones propuestas, conforme a lo establecido en la fase previa. El objetivo es medir el índice rotacional de existencias en la empresa.

Control

En esta etapa conclusiva, se persigue garantizar un control efectivo sobre todas las mejoras implementadas en la empresa, asegurando así que el sistema de gestión de inventarios funcione de manera óptima y autónoma.

2.4. Censo

La muestra fue de tipo censal, abarcando a todos los trabajadores involucrados en la gestión de inventarios y del proceso de operación que forman parte de la investigación en la empresa Ingeotop S.A, los mismos que se detallan a continuación en la tabla 10.

Tabla 10.

Personal de la empresa Ingeotop S.A

Trabajadores	Cantidad	Porcentaje
Jefe de planta	1	7,14 %
Jefe de bodega	1	7,14 %
Auxiliar de bodega	1	7,14 %
Jefe de taller	1	7,14 %
Operarios	10	71,43 %
Total	14	

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 10 se presentan las personas destinadas al censo. Se identificó un total de 14 personas entre jefe de planta, encargados de bodega, encargados de taller y operarios; cada uno de ellos cumple una función primordial en la manipulación de los materiales de la empresa, por ende, se tomaron en consideración para este trabajo. Cabe destacar que el mayor número de encuestados son los operarios, ya que tienen participación directa con los materiales y equipos llevados a obras y, por lo tanto, son los principales encargados de estos y conocen las necesidades.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.

2.5.1. Método de recolección de los datos.

Autores como Romero et al., (2021) definen a la recolección de datos como los procedimientos y dispositivos utilizados para recopilar información relacionada con la problemática objeto de investigación. Entre estos procedimientos se incluyen la observación, la revisión documental, la encuesta y la entrevista, los cuales posteriormente se someten a un análisis de sus contenidos. Por otro lado, los instrumentos son los recursos utilizados para recoger información, tales como formularios, cuestionarios, guías de entrevistas, entre otros. El desarrollo de una investigación implica el empleo de varios enfoques que, mediante una secuencia coherente, permiten la comparación y evaluación de datos. Estos enfoques incluyen el método sintético, analítico, inductivo y deductivo (Del Cid et al., 2007).

Bajo este contexto, Del Cid et al., (2007) señalan que en el método deductivo el investigador procede a recabar datos para verificar si la realidad se ajusta a lo establecido en su explicación teórica. A partir de un marco conceptual o teórico, se formula una hipótesis, se observa la realidad, se recopilan datos y se valida o refuta la hipótesis. Dentro de este marco, se optó por elegir el método deductivo, con un alcance descriptivo-correlacional para este trabajo.

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

Con base al método deductivo, las técnicas de recolección de datos según el estado del arte; las más relevantes son la encuesta y la técnica de observación.

Técnica de observación

La observación se destaca como la principal técnica en la investigación, siendo la más sólida, ya que facilita la recopilación de datos e información, así como la validación de hipótesis (Romero et al., 2021).

Técnica de encuesta

La implementación de un método uniforme para obtener información ya sea de manera oral o escrita, de una muestra representativa de individuos. Es relevante señalar que una de las particularidades de la encuesta es su aplicación en muestras determinadas mediante un proceso estadístico (Del Cid et al., 2007).

2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos

Consecuentemente a la técnica de recolección de datos, se establecieron los instrumentos empleados para la cuantificación del análisis. En primer lugar, se realizó un cuestionario elaborado con 12 preguntas, con dirección a las variables: independiente y dependiente, con el fin de levantar los datos estadísticos que permitan definir SGI para medir el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A.

Adicional a esto, se procedió al análisis de observación directa mediante una lista de chequeo que proporcionó información relevante para sustentar los resultados de las personas encuestadas; indispensable porque ayuda a proporcionar ideas y conducir a una buena hipótesis de investigación.

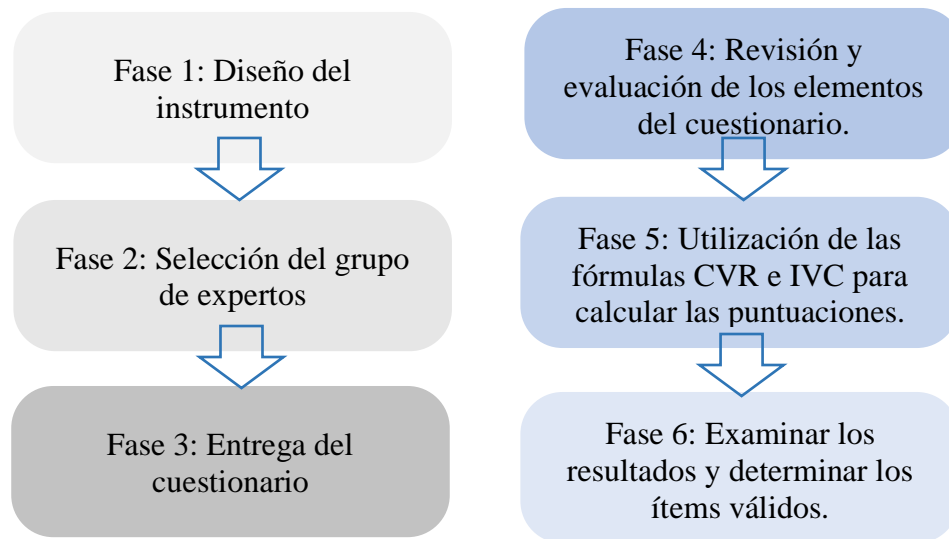
2.5.4 Proceso de validación.

La validación del instrumento de recolección de datos se llevó a cabo utilizando el método Lawshe. Según Tristán, (2008), se basa en la opinión de expertos para determinar la relevancia y necesidad de los ítems en un cuestionario. Este enfoque implica que los expertos califiquen cada ítem en términos de su importancia para el constructo que se está midiendo. Luego, se calcula el Índice de Validez de Contenido (IVC) para cada ítem, utilizando una fórmula que considera el ítem necesario según la proporción de expertos. Este método ayuda a garantizar que los ítems seleccionados sean relevantes y adecuados para medir el constructo en cuestión.

En la figura 16 se detalla cada una de las fases que componen el proceso de validación. Lawshe implementó diversas etapas con la finalidad de asegurar una validación efectiva del instrumento empleado, las cuales se muestran a continuación:

Figura 16.

Procedimiento de aplicación del método Lawshe.



Nota. Elaborado por el autor en base a Tristán, (2008).

Fase 1

Se elaboró un cuestionario conforme a la operacionalización de las variables, con el propósito de recabar datos que funcionaran como punto de partida para comprender la situación presente de la empresa.

Fase 2

Los criterios para seleccionar el grupo de expertos en concordancia con los requisitos de esta investigación son:

- Experiencia laboral mínima de cinco años.
- Formación académica mínima de nivel universitario en Ingeniería Industrial u áreas relacionadas.
- Conocimiento significativo en la temática objeto de estudio.

Fase 3

Se proporcionó una copia del cuestionario al conjunto de expertos que participaron en la evaluación del instrumento.

Fase 4

Los ítems tanto del cuestionario como de la guía de entrevista fueron analizados minuciosamente por los expertos, los cuales evaluaron la claridad, exhaustividad y

estructura del contenido. Posteriormente, clasificaron los ítems en dos grupos: aceptable y no aceptable, basándose en su importancia y pertinencia.

Fase 5

Se emplearon los índices de CVR e IVC para identificar qué ítems cumplen con los criterios de aceptación, basándose en los resultados numéricos obtenidos mediante la aplicación de las fórmulas correspondientes.

Fase 6

Se evaluaron los resultados obtenidos a través de la aplicación de los índices CVR e IVC. Se determinaron como aceptables aquellos ítems con un CVR \geq a 0.58. Los ítems que no cumplieron con este criterio deben ser revisados, corregidos y sometidos a una nueva evaluación de validez. Asimismo, se consideraron aceptables aquellos ítems con un IVC \geq a 0.58.

2.6. Variables del estudio.

Para Del Cid et al., (2007) las variables son herramientas de estudio donde la variable independiente se visualiza como la causa o el efecto específico que no puede ser manipulado, mientras que la variable dependiente es aquella que es influenciada por otros factores, es decir, la variable independiente y puede ser manipulada.

- Variable Independiente: Gestión de inventarios
- Variable Dependiente: Índice rotacional

2.6.1. Operacionalización de las variables

La Tabla 11 detalla la operacionalización de las variables; Baena, (2017) la define como el método para definir y delimitar la naturaleza y el alcance de las variables de investigación en un marco medible. Se identificaron los indicadores para capturar y medir los aspectos relevantes de las variables, y se establecieron las técnicas e instrumentos adecuados para recopilar los datos requeridos.

Tabla 11.*Operacionalización de las variables*

Variable independiente	Concepto	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnica o instrumento
Gestión de inventarios	Según Alburqueque et al., (2022) es un análisis detallado de los productos o materiales almacenados. Esto implica llevar a cabo diversas actividades que permiten obtener un amplio entendimiento para administrar de manera eficaz el registro, la adquisición y la salida de inventario en una empresa.	Eficiencia operativa	Nivel de inventario promedio	¿La empresa mantiene registros del nivel promedio de inventario en un periodo determinado?	Encuesta/ Registro de observación
		Precisión de datos	Exactitud de inventario	¿La empresa realiza conteos físicos regulares para comparar con los registros de inventario y determinar la precisión?	
		Servicio al cliente	Rupturas de stock	¿Se monitorea la frecuencia con la que la empresa se queda sin inventario disponible para satisfacer la demanda de los clientes?	
		Control de calidad	Tasa de descomposición de inventario	¿Se registra el porcentaje de inventario que se deteriora o se daña durante el almacenamiento?	
		Organización y responsabilidad	Responsabilidad de gestión de inventarios	¿Existe un responsable designado para la gestión y control de inventarios en la empresa?	
Tecnología y herramienta de gestión	Sistema automatizado	¿La empresa utiliza un sistema de gestión de inventarios automatizado?			

Variable Dependiente	Concepto	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnica o instrumento
Índice rotacional	Según G. Macías & Zambrano, (2022) la rotación de inventarios indica la velocidad a la que los productos ingresan y salen de la empresa. Se calcula en términos de veces, es decir, cuántas veces se vende y se repone una inversión de ese tamaño durante un período específico. En resumen, cuanto más frecuentemente se renuevan los inventarios, más eficiente es la empresa.	Rotación de inventario	Frecuencia de utilización de materiales	¿La empresa registra el número de utilización de materiales en un periodo específico, como mensual o anual?	Encuesta/ Registro de observación
		Eficiencia de almacenamiento	Tiempo promedio de almacenamiento de materiales	¿Se calcula el tiempo medio que los materiales permanecen en el almacén antes de ser utilizados o vendidos?	
		Obsolencia de inventario	Porcentaje de materiales obsoletos	¿La empresa mantiene registros de la cantidad de materiales que se vuelven obsoletos sin ser utilizados?	
		Eficiencia operativa	Tasa de utilización de materiales	¿Se calcula la proporción de materiales utilizados en relación con la cantidad total disponible en inventario?	
		Costos operativos	Costo de almacenamiento de materiales	¿La empresa calcula los costos asociados al almacenamiento de materiales, incluyendo espacio, mano de obra y equipos?	
		Diversificación de inventario	Rotación de inventario por categoría	¿Se analiza la frecuencia con la que se utilizan diferentes categorías de materiales en las operaciones de la empresa?	

Nota. Elaborado por el autor.

2.7. Procedimiento para la recolección de los datos

La Tabla 12 detalla el enfoque de análisis empleado para evaluar el logro de los objetivos, junto con la revisión de los resultados previstos.

Tabla 12. *Plan de análisis e interpretación de resultados esperados.*

N°	Objetivos	Acciones	Herramientas de apoyo	Resultados esperados
1	Revisar la bibliografía actualizada que facilite el tratamiento de la información para poder plantear el problema y desarrollar el marco teórico.	Revisión de la literatura Mapeo sistemático AHP (proceso de análisis jerárquico)	RSL Base de datos MCDM (toma de decisiones multicriterio)	Información relevante de revistas, artículos y libros que mantengan concordancia con un SGI. Determinar herramientas para la propuesta de un SGI y poder definir el índice rotacional de existencias.
2	Establecer una estructura metodológica, en base a técnicas e instrumentos de recolección de datos pertinentes para el diagnóstico del estado actual de la empresa Ingeotop S.A.	Desarrollo de la metodología basada en investigaciones relacionadas con SGI. Validación del instrumento. Realización de visitas de campo para la evaluación de la situación actual. Recopilación de datos.	Técnicas de recolección de datos Método para validar un instrumento Registro de observación	Desarrollo metodológico Elementos que influyen en la alta, media y baja rotación de inventario en los almacenes.
3	Presentar un sistema de gestión de inventarios de acuerdo con las necesidades de la empresa en base a la rotación de las existencias.	Ejecución de técnicas de recolección de datos. Elaboración de la propuesta. Simulación	Encuesta al personal de la empresa. Herramientas de gestión de inventarios, Lean y de calidad	Exposición de los resultados adquiridos mediante la utilización de tablas estadísticas. Sugerencia de un nuevo modelo de gestión de inventarios.

Nota. Elaborado por el autor.

2.8 Recapitulación del capítulo II

El capítulo II de este trabajo se llevó a cabo mediante un análisis de diferentes enfoques de investigación, lo que resultó en la clasificación de una investigación de naturaleza cuantitativa. Además, se estableció el alcance del estudio utilizando el método de censo poblacional. Se detalló el plan de evaluación y acción que se implementaría durante la recolección de datos en la empresa. Se definieron y explicaron las variables del estudio, dividiéndolas en variable independiente (VI) y variable dependiente (VD). Se optó por la encuesta y la técnica de observación como técnicas de recopilación de datos, utilizando un cuestionario y una lista de chequeo para su desarrollo. Para garantizar la credibilidad del estudio, se validó la encuesta utilizando el enfoque de los autores Rodríguez et al., (2021), involucrando a un comité de expertos seleccionados según criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, se verificó la viabilidad y confiabilidad de los datos mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando el software RStudio para el análisis de los resultados.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

3.1.1 Validez del instrumento de recolección de datos.

Se llevó a cabo la validación del instrumento de recolección de datos utilizando el método de Lawshe, cuyos pasos se describen en la sección 2.5.4. A continuación, se expone el proceso de evaluación del instrumento.

Revisión y evaluación de los elementos del cuestionario

Mediante los criterios predefinidos se incluyen a 5 expertos en el tema de investigación. El panel de expertos está conformado por dos ingenieros industriales con más de 5 años de experiencia y tres ingenieros civiles con alta trayectoria; uno de ellos con 30 años de experiencia. De esta forma se cumple con los parámetros establecidos por Tristán, (2008), donde indica que este modelo no es aplicable para menos de cinco panelistas. Se proporcionó una copia del cuestionario al grupo de expertos, con el propósito de evaluar cada ítem del instrumento de recolección de datos conforme a los criterios de Claridad, Suficiencia y Organización.

Según Tristán, (2008) es factible realizar un análisis de consenso entre los jueces, teniendo en cuenta la frecuencia de "Acuerdos" en la categoría "Esencial", mientras que las demás opiniones se consideran como "No acuerdos". Es importante destacar que según el modelo de Lawshe, no se requieren acuerdos en general, sino únicamente en la categoría "esencial".

Bajo este contexto, en la figura 13 se muestran las opciones de respuesta que emitieron los jueces fueron de 1 y 0; donde 1 (esencial) y 2 (no esencial); en donde el valor mínimo del ratio de validez de contenido (CVR) y el ratio de validez de contenido ajustado (CVR*) debe ser $\geq 0,58$.

Tabla 13.*Validación de expertos.*

Indicadores	Preguntas	Jueces					N° jueces	Esencial	No esencial	CVR	CVR*
		1	2	3	4	5					
CLARIDAD	1	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	2	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	3	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	4	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	5	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	6	1	1	1	0	1	5	4	1	0,6	0,8
	7	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	8	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	9	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	10	1	1	1	0	1	5	4	1	0,6	0,8
	11	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
SUFICIENCIA	1	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	2	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	3	1	1	0	1	1	5	4	1	0,6	0,8
	4	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	5	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	6	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	7	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	8	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	9	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	11	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
ORGANIZACIÓN	1	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	2	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	3	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	4	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	5	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	6	1	0	1	1	1	5	4	1	0,6	0,8
	7	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	8	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	9	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	10	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	11	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
	12	1	1	1	1	1	5	5	0	1	1
TOTAL									34,4	35,2	

Nota. Elaborado por el autor.

En este escenario, los expertos evaluaron y ofrecieron observaciones sobre varios aspectos del cuestionario, incluyendo la terminología empleada en las preguntas, la cantidad de preguntas presentes y su extensión. Las observaciones y sugerencias fueron recibidas de manera favorable, permitiendo la implementación de las correcciones necesarias. Estas modificaciones contribuyeron a mejorar la presentación del cuestionario, resultando en un instrumento más eficaz y preciso.

Después de que los panelistas registran su opinión sobre cada ítem en las tres categorías mencionadas, es necesario calcular el número de coincidencias en la categoría "esencial". Según Tristán, (2008), se espera que existan altos niveles de acuerdo entre los evaluadores; de hecho, se requiere que más del 50% de los panelistas coincidan en esta categoría para considerar que el ítem posee un nivel aceptable de validez de contenido.

Bajo este contexto, el mínimo aceptable del CVR es 0,58, se observa que cada uno de los ítems del cuestionario, calificado por los expertos, tiene una ponderación superior al permitido. De la misma manera según el ajuste del CVR (CVR*) se obtienen ponderaciones $\geq 0,58$. Por lo tanto el cuestionario presentado a los cinco expertos calificados presenta validez de contenido con un CVI de 0,977.

Utilización de las fórmulas CVR e IVC.

El CVR Para determinar el acuerdo entre los panelistas en la categoría "esencial", el método de Lawshe propone la Razón de Validez de Contenido (CVR), la cual está definida por la expresión:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Donde:

n_e representa la cantidad de expertos que concuerdan en la categoría "esencial"

N representa al número total de expertos.

Por otro lado, mediante la modificación del modelo de Lawshe, Tristán, (2008) indica la fórmula que se debe aplicar en el caso de tener un número reducido de expertos, la cual se muestra a continuación:

$$CVR^* = \frac{CVR + 1}{2}$$

Una vez hallado el CVR*, se puede determinar el Índice de validez de contenido (CVI), que indica el grado de consenso entre los expertos en relación con los criterios establecidos de los ítems de un instrumento de medición. Se utiliza para

evaluar la validez de contenido de cada ítem, lo que implica determinar si los ítems son esenciales para medir el constructo en cuestión. El CVR está determinado con la siguiente fórmula:

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^M CVR^* i}{M}$$

Donde:

$CVR^* i$ representa a la proporción de Validez de Contenido de los ítems considerados adecuados según el estándar establecido por Lawshe.

M representa al total de ítems adecuados del cuestionario.

Evaluación de los resultados y selección de ítems que cumplen con los criterios de aceptación.

Una vez calculados los valores del CVR, CVR^* y CVI, se procede a comprobar la validez del instrumento; el mismo se encuentra en el Anexo H.

3.1.2 Análisis de confiabilidad

El coeficiente Alfa de Cronbach es ampliamente utilizado como un indicador confiable de la consistencia interna de un cuestionario ya que proporciona una medida de la homogeneidad de los ítems que componen una escala; cuanto más alto sea el valor de Alfa, mayor será la evidencia de que los elementos de la escala están correlacionados en la misma dirección (Mendoza, 2018).

En la tabla 14 se muestra el rango de valores para el coeficiente Alfa de Cronbach. Según señala Mendoza, (2018), este puede variar entre 0 y 1, donde los valores más cercanos a 1 indican una mayor consistencia interna; considera que los valores de Alfa iguales o superiores a 0.7 son aceptables, los valores superiores a 0.8 son buenos y los valores superiores a 0.9 son excelentes. Por otro lado, valores por debajo de 0.5, cercanos a 0, señalan una confiabilidad deficiente en la escala.

Tabla 14.*Rango de confiabilidad Alfa de Cronbach.*

Nivel de fiabilidad	Alfa de Cronbach
$\alpha \geq 0,5$	Pobre
$\alpha \geq 0,7$	Aceptable
$\alpha > 0,8$	Bueno
$\alpha > 0,9$	excelente

Nota. Elaborado por el autor

El rango ideal según la tabla 14 debería estar comprendido entre los valores 0,7 a 1. En este caso, según el software RStudio, el alfa de Cronbach del cuestionario aplicado a la empresa Ingeotop S.A es de 0,7, lo cual es aceptable.

A continuación, la tabla 15 presenta el análisis de confiabilidad, donde se obtiene el valor del coeficiente Alfa de Cronbach junto con otros estadísticos relevantes.

Tabla 15.*Coeficiente Alfa de Cronbach según software RStudio.*

Raw_alpha	0,7
Std_alpha	0,72
G6(smc)	0,98
average_r	0,18
S/N	2,6
Ase	0,12
Mean	4
Sd	0,33
Median_r	0,2

Nota. Elaborado por el autor.**Raw_alpha**

Representa al coeficiente alfa con las puntuaciones observadas, es el que generalmente se usa para definir la confiabilidad de un instrumento de recolección de

datos. En este caso se obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,7 considerado como aceptable.

Std.alpha

Este coeficiente representa los valores estandarizados, lo cual resulta beneficioso cuando los ítems de la escala no tienen el mismo rango de valores posibles, ya que ayuda a evitar sesgos en los resultados. Normalmente, los valores que se obtienen son apenas distintos de los obtenidos utilizando las evaluaciones observadas. En esta instancia, hemos obtenido: 0,72.

G6 (smc)

Igual que el coeficiente Alfa, este también varía entre 0 y 1, y su práctica de interpretación es similar. En este caso, hemos obtenido un valor de 0,98, el cual se considera excelente.

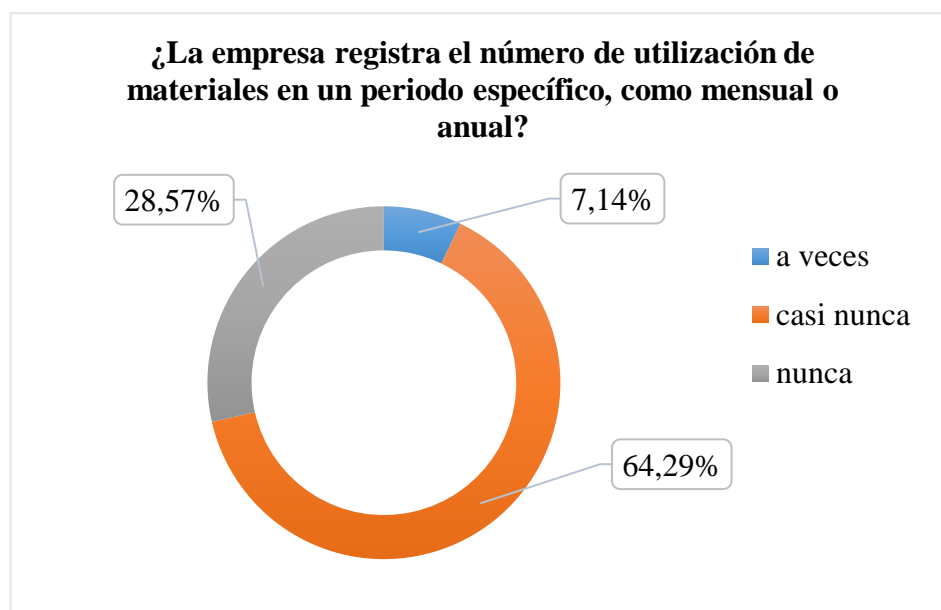
3.1.3 Resultados de la encuesta

Para llevar a cabo la recopilación de datos, se aplicó un cuestionario dirigido a 14 trabajadores de la empresa Ingeotop S.A; en el mismo participaron todas las personas encargadas del almacenamiento y manipulación de materiales.

A continuación, se muestran los resultados de cada pregunta del cuestionario; empezando con la figura 17, la cual contiene los resultados de la primera pregunta: “¿La empresa registra el número de utilización de materiales en un periodo específico, como mensual o anual?”. Se observa una inclinación hacia la respuesta “casi nunca”, con un porcentaje del 64,29%; lo que se traduce a que los encuestados indican que hay una ausencia significativa en el registro de la cantidad de materiales o herramientas utilizadas en la empresa. Por otro lado, se observa un 28,57% que indican que nunca realizan un seguimiento de la cantidad de materiales a utilizarse. Finalmente, el 7,14% de encuestados se refieren a que solo a veces realizan un registro de la cantidad de utilización de materiales en un periodo determinado. Se concluye que parte de la ineficiencia del SGI actual de Ingeotop S.A se refiere a la falta de registro del número de utilización de materiales en cierto periodo de tiempo, lo que dificulta a la empresa y personal encargado, el monitoreo de existencias que ya han sido utilizadas y las que permanecen en bodega o en el taller.

Figura 17.

Registro de cantidad de materiales utilizados.



Nota. Elaborado por el autor.

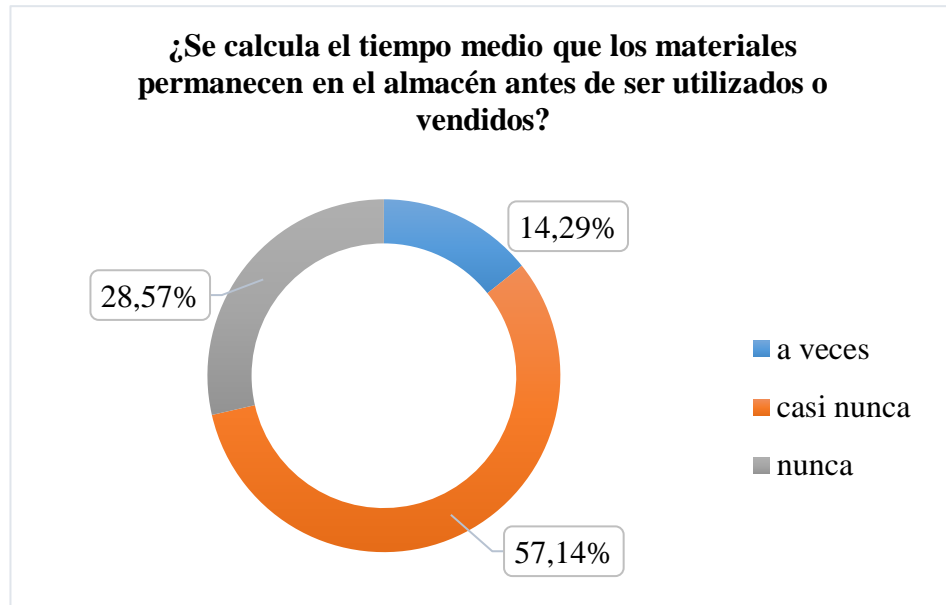
En la figura 18, se visualizan las respuestas correspondientes a la pregunta 2: ¿Se calcula el tiempo medio que los materiales permanecen en el almacén antes de ser utilizados o vendidos?, en donde se puede apreciar las tres únicas respuestas por parte de los encuestados: a veces, casi nunca y nunca.

Se obtuvo como resultado que el 57, 14% de los encuestados respondieron que casi nunca calculan el tiempo que permanecen almacenados los materiales antes de ser utilizados dentro o fuera de la empresa, el 28,57% manifestó que nunca realizan ningún cálculo para dar a conocer el tiempo de permanencia de los materiales en el almacén.

Por último, el 14, 29% de los encuestados indican que solo a veces realizan algún tipo de cálculo para conocer el tiempo que permanecen los materiales o herramientas en el almacén, por lo que utilizan únicamente los materiales que están disponibles a la vista. La falta de cálculo del tiempo de permanencia de materiales ya sea en bodega o taller, consecuentemente se puede ver reflejado en materiales obsoletos por la falta de utilización.

Figura 18.

Tiempo medio de almacenamiento de materiales.



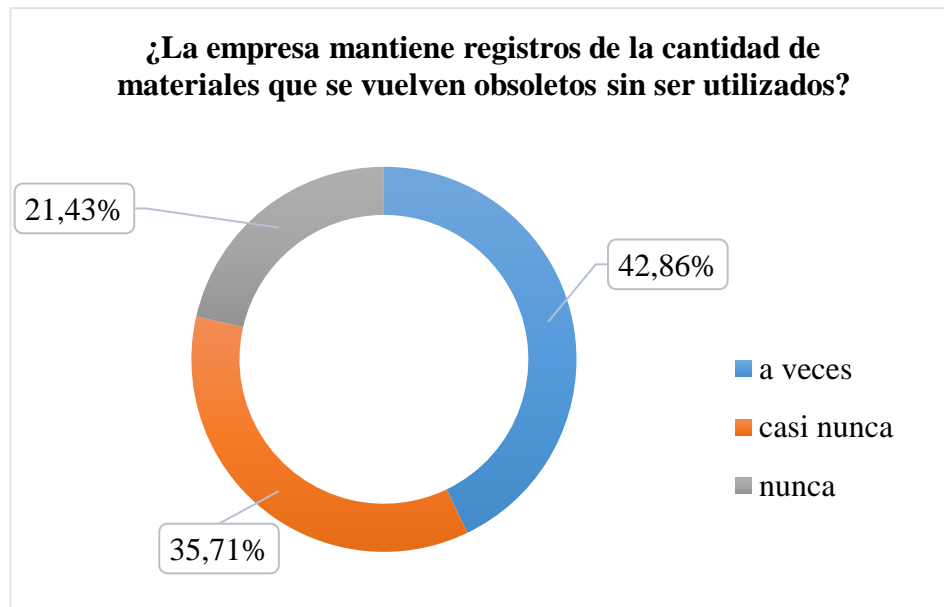
Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 19, se detallan los resultados de la pregunta 3: ¿La empresa mantiene registros de la cantidad de materiales que se vuelven obsoletos sin ser utilizados?, se identifica que el 42,86% de los encuestados responde que a veces la empresa mantiene registros de cuantos materiales han sido dados de baja sin haber sido utilizados. El 35,71% de encuestados asegura que casi nunca realizan el proceso de registrar dichos materiales para su debido control. Finalmente, se observa que el 21,43% de encuestados indica que nunca realizan ningún tipo de registro para monitorear los materiales obsoletos sin ser utilizados.

Se concluye que la mayoría de encuestados indica que hay deficiencia en este proceso, lo que conlleva a problemas significativos para la empresa ya que, al no ser registrados estos materiales, la empresa asegura tener en stock y por ende, resultado un problema al momento de la recolección de materiales para las obras correspondientes lo que ocasiona retrasos en ellas.

Figura 19.

Registro de cantidad de materiales obsoletos.



Nota. Elaborado por el autor.

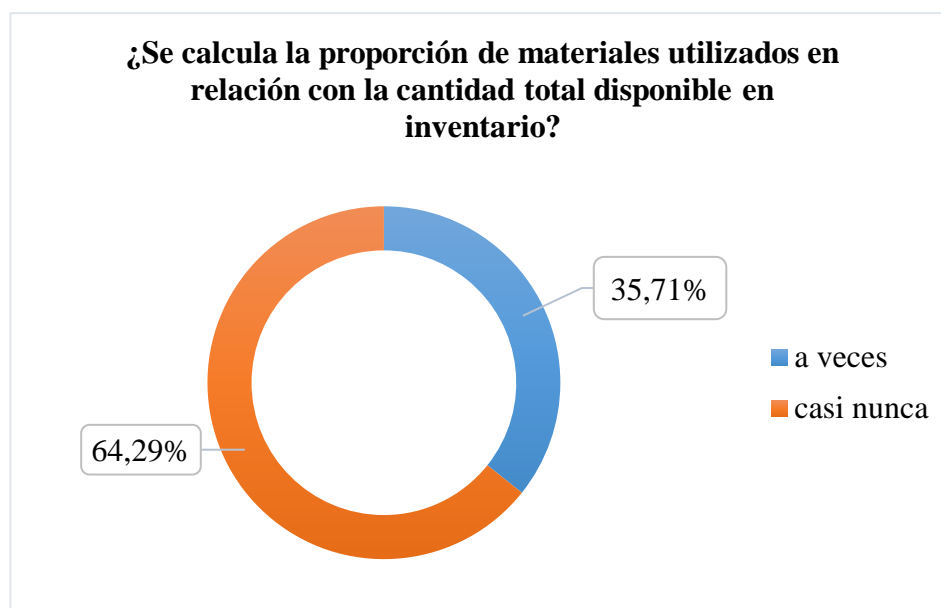
En la figura 20, se observan las respuestas de la pregunta 4: ¿Se calcula la proporción de materiales utilizados en relación con la cantidad total disponible en inventario?, una mayoría significativa de los encuestados no realizan esta práctica regularmente. El 64,29% de los encuestados respondió que casi nunca calculan esta proporción, mientras que el 35,71% indicó que lo hacen a veces.

Calcular la proporción de materiales utilizados en relación con el inventario total es una práctica esencial para la eficiencia operativa. Este cálculo permite a la empresa tener un control detallado sobre el uso de sus recursos, prever necesidades futuras y minimizar el desperdicio. Sin este control, es probable que las empresas se enfrenten a problemas como el exceso de inventario, que inmoviliza capital innecesariamente, o la falta de materiales, que puede interrumpir las operaciones y causar retrasos en la obra de Ingeotop S.A.

Se concluye que la falta de monitoreo regular puede llevar a decisiones basadas en datos incompletos o imprecisos, afectando negativamente la planificación y la eficiencia, resultando en un control deficiente, además de afectar económicamente a la empresa.

Figura 20.

Cálculo de materiales utilizados y stock disponible.



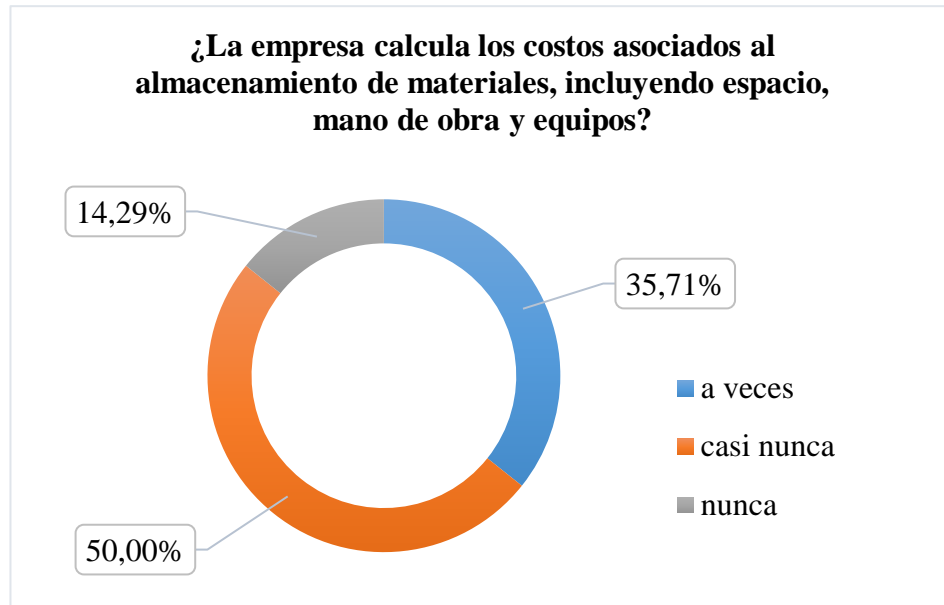
Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 21 se detallan los resultados de la pregunta 5: ¿La empresa calcula los costos asociados al almacenamiento de materiales, incluyendo espacio, mano de obra y equipos?, estos resultados revelan que la empresa no realiza esta evaluación de manera regular. Un 50% de los encuestados indicó que casi nunca calculan estos costos, mientras que el 35,71% lo hace a veces y el 14,29% respondió que nunca lo hace; este patrón de respuestas muestra una considerable falta de atención hacia los costos asociados al almacenamiento de materiales.

Calcular estos costos es fundamental para la gestión eficiente y efectiva de los recursos ya que no se limitan solo al alquiler o adquisición de espacio, sino que también incluyen el costo de la mano de obra necesaria para gestionar el inventario y el uso de equipos. La omisión de este cálculo puede llevar a varias consecuencias negativas. Sin una evaluación precisa de estos costos, las empresas pueden subestimar los gastos totales asociados al mantenimiento de su inventario, afectando la rentabilidad.

Figura 21.

Costos de almacenamiento de materiales, mano de obra y equipos.



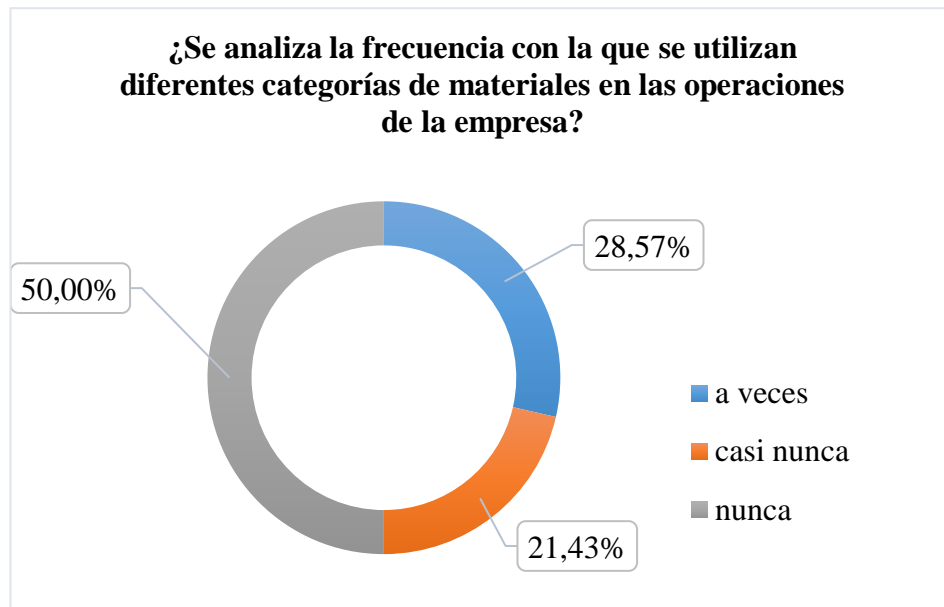
Nota. Elaborado por el autor.

La figura 22 muestra las respuestas de los encuestados con respecto a la pregunta 6: ¿Se analiza la frecuencia con la que se utilizan diferentes categorías de materiales en las operaciones de la empresa?, puesto que la mayoría refleja con sus respuestas, una tendencia preocupante en la gestión de materiales. Con un 50% de los encuestados respondiendo "nunca", destacan la falta de una categorización adecuada para los materiales requeridos en diferentes procesos y servicios que ofrece Ingeotop S.A, un 28,57% respondiendo "a veces" y un 21,43% respondiendo "casi nunca", queda claro que la empresa no realiza un análisis regular y sistemático de los materiales utilizados en sus operaciones.

El hecho de que la mitad de los encuestados indican que "nunca" se analiza la frecuencia de uso de los materiales sugiere una grave falta de control y supervisión en la gestión de recursos. Esta ausencia de análisis puede derivar en numerosos problemas, como el uso ineficiente de materiales, un incremento en los costos operativos debido al desperdicio o la compra innecesaria de materiales.

Figura 22.

Frecuencia de la utilización de diferentes categorías de materiales.



Nota. Elaborado por el autor.

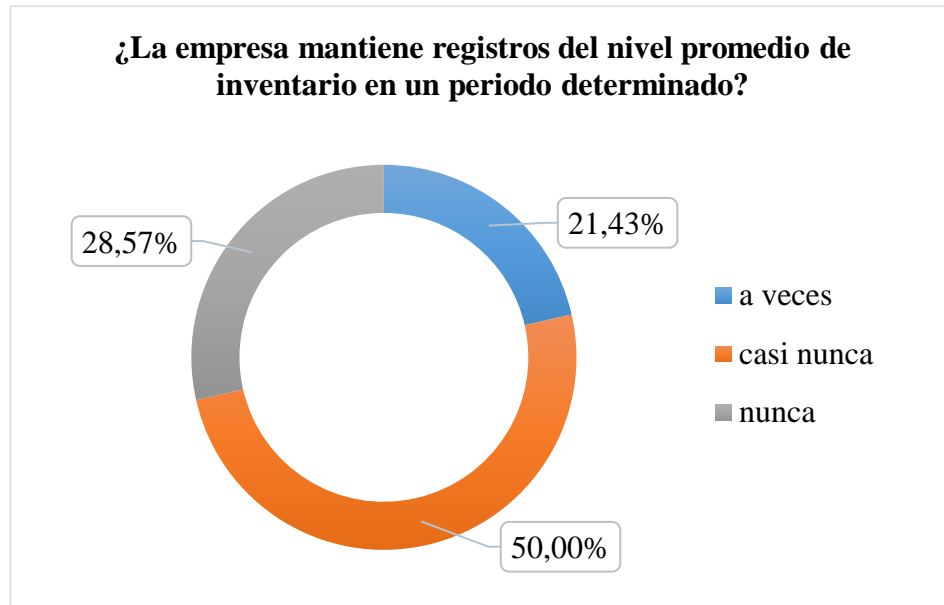
La figura 23 muestra los resultados de la pregunta 7: ¿La empresa mantiene registros del nivel promedio de inventario en un periodo determinado?; con un 50% de los encuestados respondiendo "casi nunca", un 28,57% respondiendo "nunca" y un 21,43% respondiendo "a veces", es evidente que la mayoría de la empresa no realiza un seguimiento regular y sistemático del inventario.

El hecho de que la mitad de los encuestados indican que "casi nunca" se registran los niveles promedio de inventario sugiere una preocupante falta de control y supervisión en la gestión de existencias. Este descuido puede resultar en múltiples problemas, como el exceso de stock, la falta de disponibilidad de productos, la obsolescencia de inventarios y una gestión ineficiente de los recursos financieros.

La ausencia de registros precisos y regulares impide a la empresa tener una visión clara de sus necesidades reales de inventario, lo cual es importante para tomar decisiones informadas sobre abastecimiento de materiales y mantenimiento.

Figura 23.

Registro del nivel promedio de inventarios.



Nota. Elaborado por el autor.

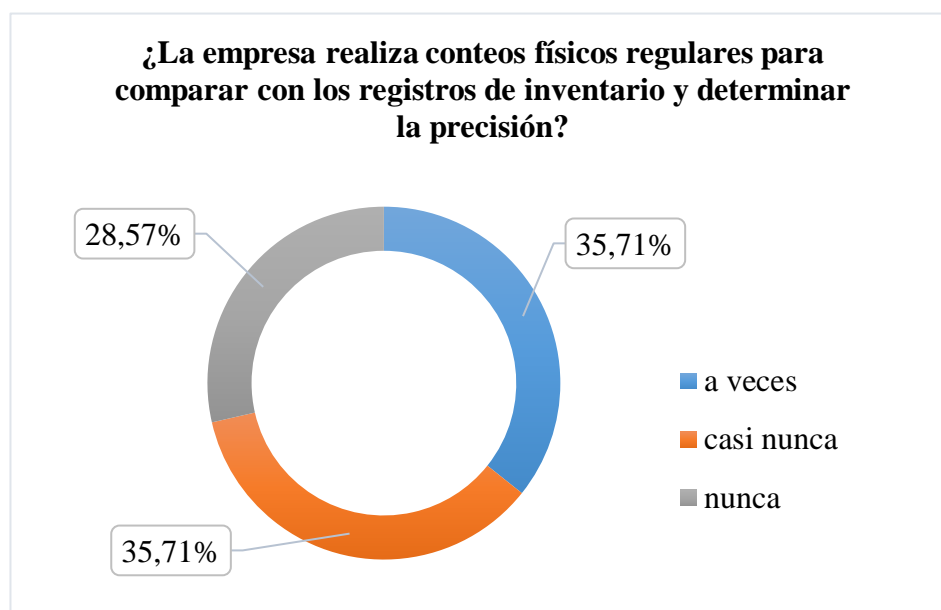
En la figura 24, se visualizan las respuestas a la pregunta 8: ¿La empresa realiza conteos físicos regulares para comparar con los registros de inventario y determinar la precisión?, Con un 35,71% de los encuestados respondiendo "casi nunca", otro 35,71% respondiendo "a veces" y un 28,57% respondiendo "nunca", esta falta total de control es preocupante, ya que sin la validación física de los inventarios, la empresa se expone a una gran incertidumbre sobre sus existencias reales, lo que puede resultar en graves problemas de abastecimiento y eficiencia operativa; es evidente que una gran parte de la empresa no lleva a cabo conteos físicos con la frecuencia y regularidad necesarias para asegurar la precisión de sus registros de inventario. El hecho de que el 71,42% sugieren que, aunque hay alguna iniciativa para verificar los inventarios, esta es ocasional y probablemente insuficiente para mantener la precisión en los registros de inventario.

La evidencia muestra una deficiencia significativa en la realización de recuentos físicos regulares para comparar con los registros de inventario. Con una mayoría de encuestados indicando prácticas irregulares o inexistentes, es vital que la empresa implemente un sistema de recuentos de periódicos físicos. Esto mejorará la

precisión de los registros de inventario, reducirá pérdidas y garantizará una gestión más eficiente y confiable de los recursos.

Figura 24.

Conteo físico para comparar con los registros de inventario.



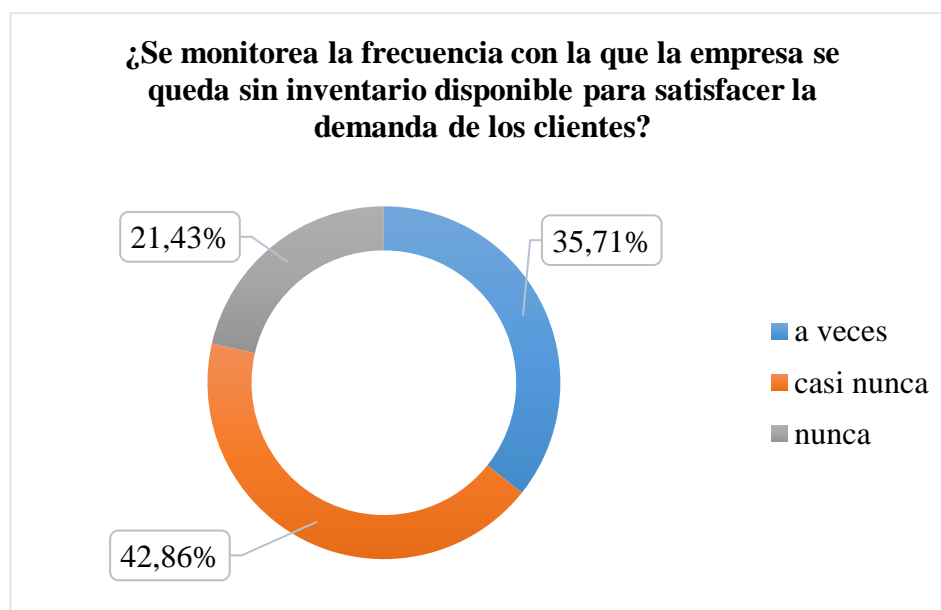
Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 25 se aprecian las respuestas a la pregunta sobre si se monitorea la frecuencia con la que la empresa se queda sin inventario disponible para satisfacer la demanda de los clientes, revela una gestión insuficiente del inventario y del servicio al cliente. Con un 42,86% de los encuestados respondiendo "casi nunca", un 35,71% respondiendo "a veces" y un 21,43% respondiendo "nunca", es evidente que la empresa no realiza un seguimiento adecuado de las rupturas de existencias.

La empresa muestra una deficiencia significativa en el monitoreo de la frecuencia con la que se queda sin inventario para satisfacer la demanda de los clientes. Con una mayoría de encuestados indicando prácticas irregulares o inexistentes, es vital que la empresa implemente un sistema regular y sistemático de monitoreo de rupturas de stock. Esto permitirá identificar y corregir problemas recurrentes, mejorar la satisfacción del cliente y optimizar la gestión de inventarios.

Figura 25.

Frecuencia con la que la empresa se queda sin inventario disponible.



Nota. Elaborado por el autor.

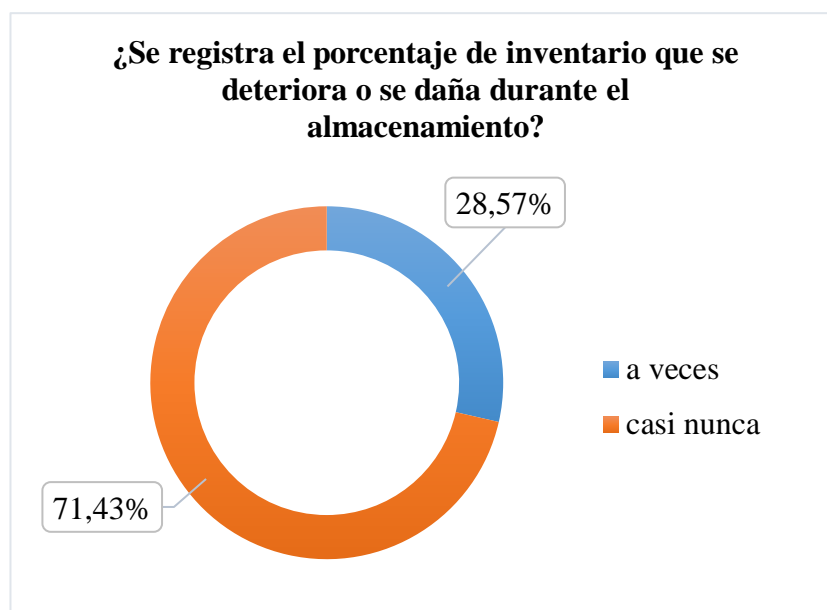
En la figura 26, muestra las respuestas de la pregunta 10, con un 71,43% de los encuestados respondiendo “casi nunca” y un 28,57% respondiendo “a veces”, se evidencia una falta significativa de control y monitoreo sobre el estado del inventario durante el almacenamiento. Sin estos registros, la empresa no puede identificar las causas del deterioro, implementar medidas correctivas ni calcular el impacto económico de estas pérdidas. Esto puede resultar en un aumento innecesario de los costos debido al reemplazo de productos dañados, una reducción en la eficiencia operativa y una disminución en la capacidad para satisfacer la demanda del cliente.

Con la mayoría de los encuestados indicando que rara vez o nunca se realizan estos registros, es importante que la empresa implemente un sistema regular y sistemático para monitorear y registrar el deterioro del inventario en tiempo real, de esta manera se establece una forma de control continuo para cada insumo necesario por la empresa.

Esto permitirá identificar las causas de los daños, tomar medidas correctivas, mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados con el reemplazo de inventario dañado.

Figura 26.

Registro del inventario deteriorado durante el almacenamiento.



Nota. Elaborado por el autor.

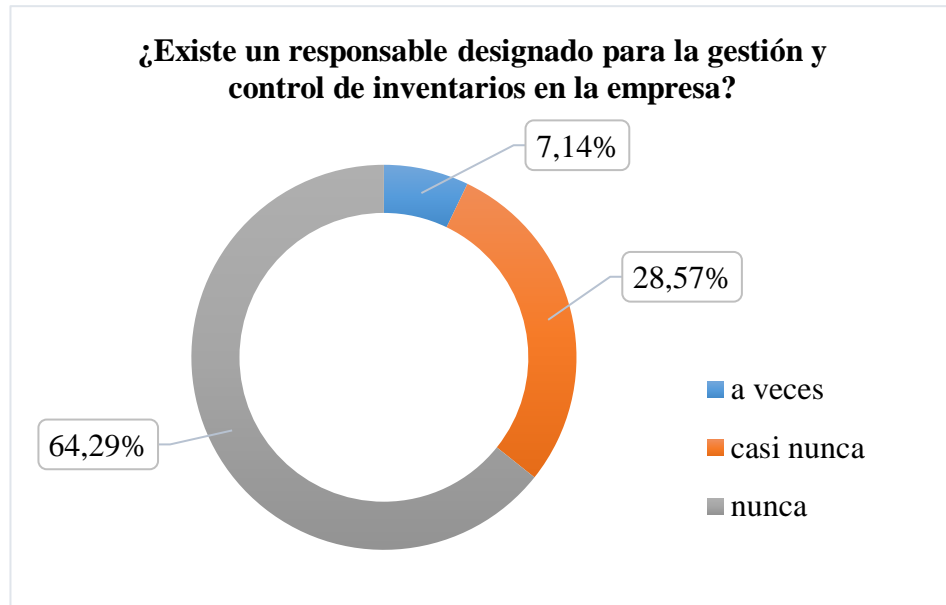
En la figura 27 se muestran las respuestas de la pregunta 11: ¿Existe un responsable designado para la gestión y control de inventarios en la empresa?, con un 64,29% de los encuestados respondiendo "nunca", un 28,57% respondiendo "casi nunca" y solo un 7,14% respondiendo "a veces", queda claro que la empresa no tiene un enfoque sistemático y organizado para la gestión de inventarios.

Esta ausencia puede tener múltiples consecuencias negativas, como la falta de control sobre las existencias, el aumento del riesgo de errores en los registros, y una mayor probabilidad de problemas como el exceso de inventario o la falta de productos necesarios. Sin un responsable claro, es difícil implementar y mantener procedimientos eficientes y efectivos de control de inventarios.

Con la mayoría de los encuestados indicando que nunca o casi nunca hay una persona asignada, es vital que la empresa establezca un puesto formal y designado para esta función. Esto mejorará la precisión de los registros, optimizará la gestión de inventarios, reducirá costos y aumentará la eficiencia operativa, asegurando que los productos estén disponibles cuando se necesiten.

Figura 27.

Responsable designado para la gestión de inventarios.



Nota. Elaborado por el autor.

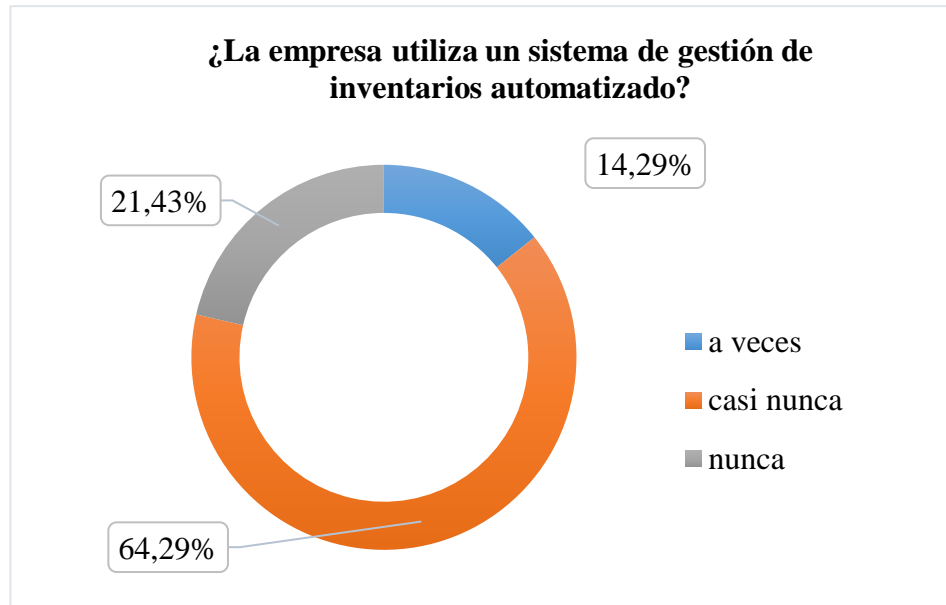
La figura 28 evidencia las respuestas a la pregunta sobre si la empresa utiliza un sistema de gestión de inventarios automatizado, con un 64,29% de los encuestados respondiendo "casi nunca", estos resultados lideran las estadísticas, demostrando una inclinación hacia un sistema de gestión de inventarios, un 21,43% respondiendo "nunca" y un 14,29% respondiendo "a veces", se evidencia que la empresa no ha adoptado plenamente las tecnologías necesarias para una gestión de inventarios eficiente, por lo que se genera un punto de partida en el que se busca solucionar esta deficiencia y necesidad para la empresa Ingeotop S.A.

La empresa muestra una deficiencia significativa en la adopción de sistemas de gestión de inventarios automatizados. Con la mayoría de los encuestados indicando un uso casi nulo o inexistente de la automatización, es necesario que la empresa invierta en tecnologías de gestión de inventarios modernas.

La implementación de un sistema automatizado mejorará la precisión de los registros, reducirá los errores humanos, optimizará los procesos operativos y permitirá una mejor respuesta a las demandas del mercado.

Figura 28.

Existencia de un sistema de gestión de inventarios automatizado.



Nota. Elaborado por el autor.

3.1.4 Planteamiento de la hipótesis

La empresa Ingeotop S.A, especializada en control de calidad de suelos, enfrenta el desafío de optimizar su SGI actual, para garantizar una mayor eficiencia en el uso de recursos y maximizar sus beneficios. En este contexto, se propone un SGI que mide el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A, por lo tanto, apunta a una gestión más precisa de los materiales. En su efecto, se hace una revisión a las dos hipótesis correspondientes.

Hipótesis nula (Ho): La implementación del nuevo sistema de gestión de inventarios no mejora significativamente el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A.

Hipótesis alternativa (Ha): La implementación del nuevo sistema de gestión de inventarios mejora significativamente el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A.

3.1.5 Comprobación de hipótesis

Para sustentar de manera adecuada las hipótesis propuestas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Este análisis es un conjunto de técnicas estadísticas muy útiles y versátiles. Resulta especialmente valioso cuando se necesita comparar más de dos grupos, realizar mediciones repetidas en múltiples ocasiones, ajustar el efecto de características variables de los sujetos que pueden influir en el resultado, o analizar simultáneamente el impacto de dos o más tratamientos diferentes.

Este método permite analizar la relación entre diversos factores mediante la evaluación de las varianzas y la aplicación de pruebas de hipótesis. En este proceso, se establece estadísticamente la hipótesis nula (H_0), que es la que el investigador busca refutar. En contraste, se formula la hipótesis alternativa (H_a), que describe las diferencias y expectativas del estudio. Así, al realizar los cálculos y obtener los resultados, si el valor cae fuera del rango estipulado por la hipótesis nula, esta se rechaza, aceptándose en su lugar la hipótesis alternativa (Dagnino, 2014).

Para validar las hipótesis se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), un método estadístico que ayuda a determinar la significancia de los resultados de una prueba. Este análisis permite evaluar si es apropiado rechazar la hipótesis nula o, en su defecto, aceptar la hipótesis alternativa.

En la tabla 16 se muestran los indicadores del análisis de varianza ANOVA siguiendo lo establecido por Dagnino, (2014), para el respectivo cálculo de los valores que permitieron la realización del análisis correspondiente, en donde se identifican:

- K = total de grupos.
- N_i = muestra del grupo.
- N =muestra general.
- X_{itotal} =suma total del grupo.
- X =suma general.
- S_i =desviación estándar de los grupos.

Fuente de variación

- Entre las muestras: Corresponde a la suma de los cuadrados de las diferencias entre la media de cada grupo y la media global.
- Dentro de las muestras: Corresponde a la suma de los cuadrados de las diferencias entre cada observación y la media del grupo al que pertenece, y la variabilidad.

Grados de libertad:

- Entre las muestras: Corresponde al valor de los grupos -1.
- Dentro de las muestras: Corresponde al valor de la suma total de las observaciones menos el valor de los grupos.

Tabla 16.

Indicadores del ANOVA.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medios	F
Entre las muestras	$k - 1$	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_1(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{k - 1}$
Dentro de las muestras	$n - k$	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k (n_i - 1)s_i^2$	$CM_{error} = \frac{SC_{Error}}{n - 1}$	
Total	$n - 1$	$SC_{total} = SC_{Error} - SC_{Trat}$	$\sigma = \frac{SS(total)}{n - 1}$	

Nota. Elaborado por el autor.

A continuación, se muestra la tabla 17, la cual contiene el valor de cada una de las variables de los indicadores del análisis de varianza ANOVA; estos valores se reemplazarán en la tabla 18 para el análisis de varianza correspondiente.

Tabla 17.

Valores de cada variable de los indicadores.

Suma Xi	Media	Suma total(X)	Ni	N	SCTrat	SCTotal	SCerror
59	4,21	672	14	168	10,857	86	75,143
58	4,14		14				

53	3,79	14
51	3,64	14
53	3,79	14
59	4,21	14
57	4,07	14
55	3,93	14
54	3,86	14
52	3,712	14
64	4,57	14
57	4,07	14

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 18 se evidencia el resultado final para el análisis ANOVA en el que incluyen el valor de Fisher calculado (F_c), el mismo que se compara con Fisher teórico; para poder aceptar o rechazar la hipótesis alternativa. Según, Dagnino, (2014) se acepta la hipótesis alternativa si el resultado del ANOVA indica que la hipótesis nula es poco probable, es decir, si el valor calculado de F es mayor al F teórico y se asocia con un valor de P menor a 0,05 (u otro nivel de significancia α seleccionado), entonces se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 18.

Resumen de los resultados del análisis ANOVA.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F
Entre las muestras	11	10,857	0,987	2,0490
Dentro de las muestras	156	75,143	0,482	
Total	167	86		

Nota. Elaborado por el autor.

En este caso, el valor de $F_c=2,04$, mientras que el $F_t=1,85$; demostrando así que el $F_c > F_t$. Por lo tanto, se cumple lo establecido por Dagnino, (2014), es decir, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un valor de significancia de 0,027 (Anexo J).

3.2 Estado de situación actual de la empresa

3.2.1 Información de la empresa

Partiendo de lo establecido por Pirolo & Zacarías, (2017) se realizó una serie de preguntas abiertas, dirigida al mayor nivel jerárquico; en este caso estuvo direccionada al propietario de Ingeotop S.A, con el objetivo de conocer su misión, visión y objetivos propuestos actualmente. La empresa "Ingeotop S.A" se dedica principalmente a brindar servicios de análisis de materiales en las áreas de concreto, asfalto, mecánica de suelos y control de calidad. Su objetivo principal radica en proporcionar información altamente confiable, siguiendo estrictamente las políticas de calidad establecidas.

Cada una de sus actividades cumplen con los estándares de la norma ISO IEC 17025, así como con las regulaciones nacionales e internacionales aplicables. Además, tienen el compromiso de cumplir a cabalidad las necesidades de sus clientes, autoridades reguladoras y organizaciones reconocidas.

Ingeotop S.A” es una empresa constituida el 20 de abril del 2012; se dedica a realizar controles de calidad en suelos, hormigones y asfaltos, además consultorías específicamente relacionadas a labores de ingeniería civil. Fundamenta sus actividades en consultorías para estudios de ingeniería a nivel multidisciplinario, fiscalizaciones, prestación de servicios de ensayo de materiales en el área de hormigón, área de asfalto, área de mecánica de suelos y área de calidad de materiales ofreciendo información de alta confiabilidad de acuerdo con las políticas de calidad establecidas.

Todas las actividades del laboratorio se realizan conforme a los requisitos de la norma ISO IEC 17025 y a normas nacionales e internacionales. A la vez cumplen con las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones reconocidas. Constantemente participa en el portal de compras públicas a nivel nacional, además de las invitaciones que realizan las empresas contratistas de las diferentes instituciones en donde están prestando el servicio ya sean estas públicas o privadas.

Actualmente, la empresa Ingeotop S.A realiza diferentes actividades sustentables dentro y fuera de ella. Luego de hacer uso de los instrumentos de recolección de datos se concluye que la empresa está dedicada únicamente a brindar

servicios de construcción y obras civiles. Sin embargo, cabe resaltar que para poder brindar un servicio de calidad garantizado es necesario identificar las causas raíz de las demoras en diferentes procesos como identificación de materiales en bodega, problemas de acumulación de existencias en el área de almacenamiento, en donde intervienen los materiales y equipos; por ende, si estos se presentan en mal estado y no se lleva un registro adecuado de la rotación de cada uno de ellos, la calidad de servicio se puede ver afectado.

Misión.

Ser una empresa líder que ofrezca servicios de consultoría en el campo de la ingeniería civil, fiscalizaciones, ensayos de laboratorio de suelos, agregados, hormigones, asfaltos, servicios de perforación y control de calidad de materiales; dedicado a proporcionar soluciones integrales para cada proyecto, satisfaciendo necesidades de nuestros clientes en el sector público o privado. Nuestro mayor compromiso, la calidad de nuestro trabajo.

Visión.

Ser una empresa de Ingeniería Civil líder en la Región, ganando un reconocimiento real y objetivo por nuestros servicios, logrando así, ser su mejor apoyo en el desarrollo de sus proyectos, con calidad y buenas prácticas de trabajo a través de un equipo de técnicos, comprometidos a que su proyecto sea un éxito. Proveyéndonos con equipos especializados para cada prueba y/o ensayo, así como técnicos y laboratoristas confiables y con amplia experiencia en trabajo de campo (suelos y concretos).

3.2.2 Ubicación y localización

La empresa Ingeotop S.A se encuentra en la provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena. Sector Los Caracoles. Actualmente es el principal laboratorio de control de calidad en el área de suelos, hormigón y asfalto en el cantón Santa Elena. Se muestra en la figura 22 la ubicación de la empresa con ayuda de Google Maps.

Latitud: 2°12'40.7"S **Longitud:** 80°51'54.7"W

Figura 29.

Localización de la empresa.



Nota. Vista desde Google Maps.

3.2.3 Análisis causa raíz del problema

En base a toda la información obtenida a partir de la recolección de datos, a través de la encuesta y lista de chequeo se concluyó que la empresa carece de un SGI eficiente, por lo que, debe definir estrategias que permitan dar solución a la problemática. Se procedió a realizar el análisis de la causa raíz del problema de la empresa. Para ello, se realizó un diagrama causa y efecto, estratificación y diagrama de Pareto, de primer y segundo orden cada una de ellas.

En primer lugar, se realizó la estratificación de las causas raíz de primer orden, en la tabla 19 se identifican las 6 causas más significativas que afectan al SGI de la empresa, en donde se puede evidenciar lo que conlleva a una mala gestión de inventarios; con un 25%, la falta de procedimientos estandarizados se encuentra en primer lugar como causa principal que afecta a la empresa. De la misma forma con un 19% se encuentran los errores frecuentes que se producen por parte de los trabajadores encargados, quienes no realizan un registro y seguimiento de materiales utilizados, por lo tanto, se hace notar la carencia de monitoreo de ellos.

El espacio de almacenamiento también se ve afectado, el cual está representado con un 17%, esto se debe a que no se ha distribuido correctamente el mismo y, por ende, los materiales y equipos no cuentan con un lugar específico de almacenamiento. Las pérdidas y daños frecuentes durante el almacenamiento y manipulación de materiales están representado por el 14%. Por otro lado, la falta de indicadores de desempeño para gestionar los inventarios, esto podría subir el nivel de riesgo de obsolescencia y pérdida. Los problemas técnicos con un 8% resultan en interrupciones operativas, incremento de costos de mantenimiento y pérdida de competitividad en el mercado. Por último, con un 6% la capacitación insuficiente del personal en la gestión de inventarios provoca errores frecuentes, ineficiencias operativas, afectando a la competitividad de la empresa.

Tabla 19.

Estratificación de las causas raíz-Primer orden.

Nº	Descripción	Frecuencia	%	% Acum
C1	Falta de procedimientos estandarizados para el control de inventarios	39	25%	25%
C4	Errores humanos frecuentes en el registro y seguimiento de inventarios	29	19%	44%
C6	Espacio de almacenamiento inadecuado o mal distribuido	26	17%	61%
C5	Pérdidas y daños frecuentes durante el almacenamiento y manipulación	22	14%	75%
C7	Falta de indicadores de desempeño claros para la gestión de inventarios	18	12%	86%
C2	Problemas técnicos frecuentes en maquinarias y equipos	12	8%	94%
C3	Capacitación insuficiente del personal en la gestión de inventarios	9	6%	100%
Total		155		

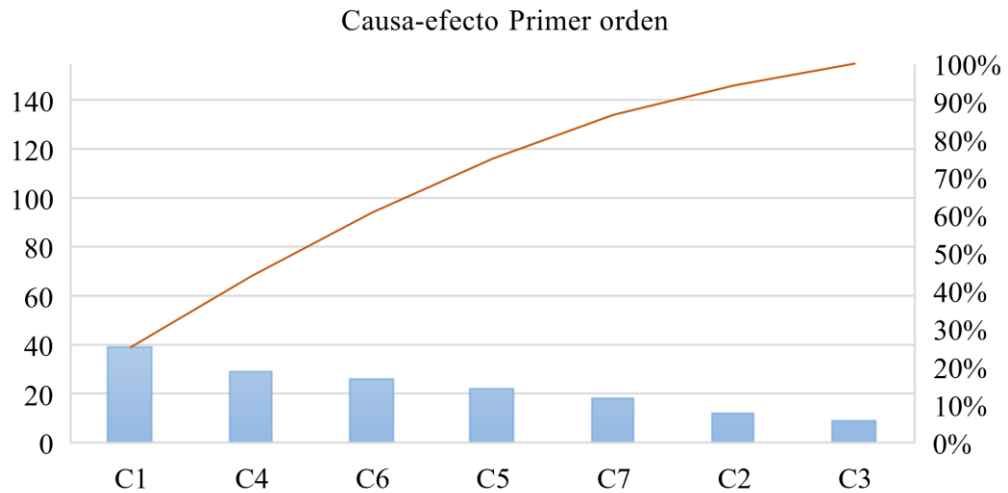
Nota. Elaborado por el autor.

A continuación, se muestra la figura 30, en donde se visualiza un diagrama de Pareto de primer orden. En el eje horizontal se listan las siete causas principales identificadas en la recolección de datos, mientras que el eje vertical izquierdo muestra la frecuencia o impacto de cada causa, y el eje vertical derecho representa el porcentaje acumulado. La barra más alta (C1) indica la causa con mayor impacto. La línea roja representa el porcentaje acumulado, mostrando que las primeras causas (C1, C4, y C6)

representan la mayor parte del problema, alineándose con el principio de Pareto que sugiere que el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas.

Figura 30.

Diagrama causa-efecto Primer orden

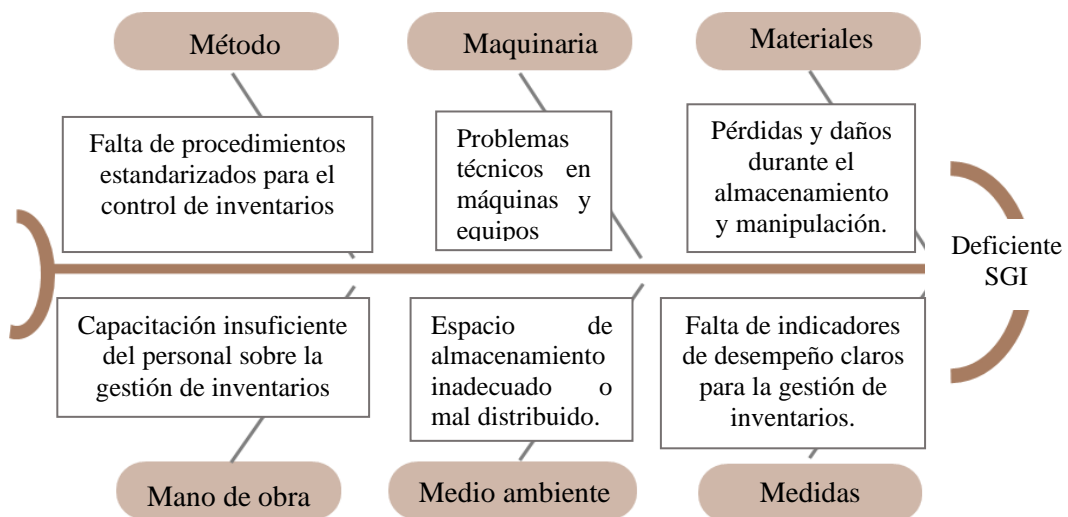


Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 31 se identifica un diagrama de Ishikawa en donde se analizan las categorías: Método, Maquinaria, Materiales, Mano de obra, Medio ambiente y Medidas. Este diagrama ayuda a visualizar y analizar las causas para implementar mejoras efectivas en la gestión de inventarios.

Figura 31.

Diagrama de Ishikawa-Primer orden.



Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 20, se evidencia que la gestión de inventarios en la empresa enfrenta varios desafíos, destacando el exceso de materiales obsoletos o de baja rotación, que representa el 32% de los problemas identificados. La falta de estrategias efectivas para mejorar el índice rotacional es el segundo mayor obstáculo, afectando al 20% de las operaciones. Además, el 15% de los problemas se deben a condiciones de almacenamiento inadecuadas, como la temperatura y la humedad, lo que puede deteriorar los materiales. Los indicadores de rotación mal definidos o inexistentes representan un 10%, indicando una falta de métricas claras para evaluar el desempeño. La ausencia de automatización en el seguimiento de inventarios contribuye al 8% de las dificultades, mientras que la capacitación insuficiente sobre manejo de inventarios y la falta de comunicación y coordinación entre departamentos representan cada una el 7% de los problemas. Estos factores combinados reflejan la necesidad de una revisión integral de las políticas y prácticas de inventario en la empresa.

Tabla 20.

Estratificación de las causas raíz- Segundo orden.

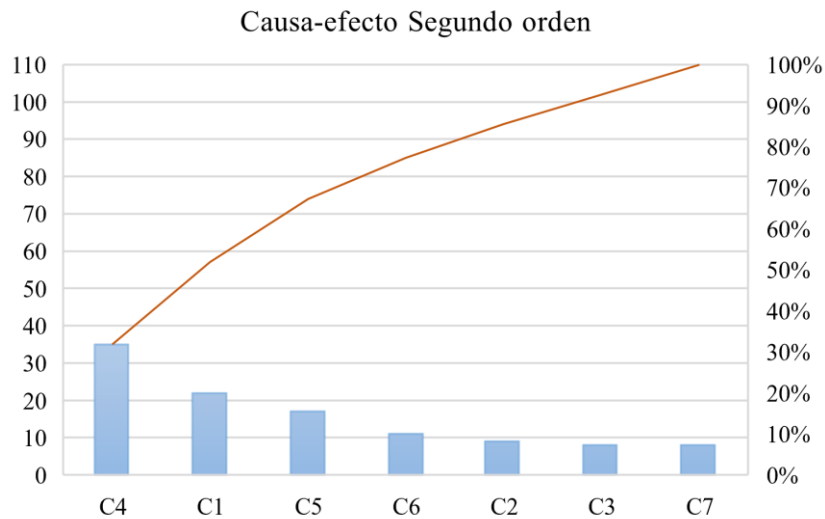
N°	Descripción	Frecuencia	%	% Acum
C4	Exceso de materiales obsoletos o de baja rotación	35	32%	32%
C1	Falta de estrategias para mejorar el índice rotacional de la empresa	22	20%	52%
C5	Condiciones de almacenamiento inadecuadas (temperatura, humedad, etc.)	17	15%	67%
C6	Indicadores de rotación mal definidos o inexistentes	11	10%	77%
C2	Falta de automatización en el seguimiento de la rotación de inventarios	9	8%	85%
C3	Capacitación insuficiente sobre el manejo de inventarios	8	7%	93%
C7	Falta de comunicación y coordinación entre departamentos	8	7%	100%
Total		110	100%	

Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 32 se muestra el diagrama de Pareto de segundo orden en donde se encuentran graficadas las 7 causas más significativas encontradas anteriormente.

Figura 32.

Diagrama causa-efecto Segundo orden.

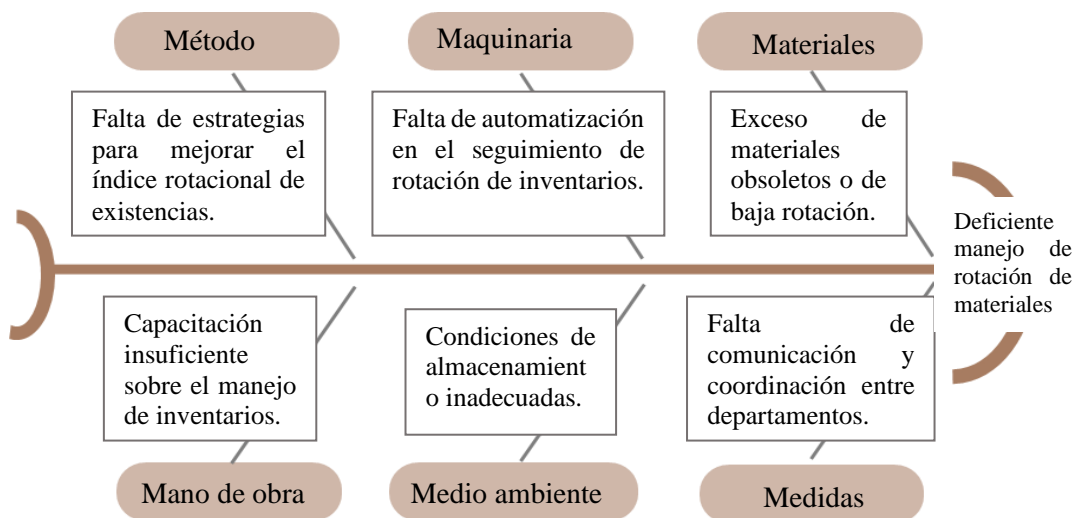


Nota. Elaborado por el autor.

En la figura 33 se muestra el diagrama de Ishikawa de segundo orden, identificando los factores causales de un deficiente manejo de la rotación de existencias en la empresa, clasificadas en las 6 categorías principales: materiales, maquinaria, método, mano de obra, medio ambiente y medidas; de las cuales resalta el exceso de materiales obsoletos o de baja rotación.

Figura 33.

Diagrama Ishikawa- Segundo orden.



Nota. Elaborado por el autor.

Una vez identificado el problema principal de la empresa analizada en este estudio, se determinó que deficiente SGI es el aspecto central de dicha problemática. Esto permitió seleccionar el modelo más adecuado para eliminar los factores causales que originan este problema.

Bajo este contexto, en base a Pérez & Romero, (2022) y considerando la causa raíz del problema general de este trabajo, se optó por aplicar el modelo PEPS. Este modelo permitió establecer nuevas directrices para el manejo de materiales y equipos en función de su nivel de utilización, dado que la empresa no cuenta con un SGI que permita llevar un orden de acuerdo con el nivel de rotación de sus existencias, se consideró que este modelo se ajusta mejor al tipo de inventarios que la empresa mantiene.

3.3 Propuesta de mejora

3.3.1 Tema

“Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A Santa Elena, Ecuador”

3.3.2 Clasificación ABC

Utilizando la base de datos de la empresa, se llevó a cabo una clasificación ABC del inventario en proceso. Se escogió el criterio de rotación debido a que Ingeotop S.A es una empresa que brinda servicios, por lo que se consideró la información de los últimos tres meses de los departamentos de almacén y taller. La tabla 21 presenta los resultados de este análisis.

El departamento de almacén y taller cuenta con 80 artículos, estos se clasificaron de acuerdo con el nivel de rotación, obteniendo de esta forma las tres categorías principales de la clasificación ABC (Anexo K). De esta forma se establece la primera parte de la propuesta, en donde se identifican los artículos principalmente utilizados por operadores y personal de la empresa Ingeotop S.A para llevar a cabo los diferentes procesos y servicios que ofrece la misma. Consecuentemente se obtendrán resultados precisos y por ende, resulta beneficioso ejecutar un control interno en cada proceso.

Tabla 21.*Análisis de la clasificación ABC de los materiales.*

Clase	Nº Items	% Materiales	% Rotación	% Rotación acumulada	Lectura
A (1-20)	20	25%	74,64%	74,64%	El 25% de los materiales representa el 74,64% de la rotación total
B (21-42)	22	27%	20,73%	95,36%	El 27% de los materiales representa el 20,73% de la rotación total
C (43-80)	38	47%	4,64%	100,00%	El 47% de los materiales representa el 4,64% de la rotación total
Total	80	100%	100%		

Nota. Elaborado por el autor.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla 21, se visualiza que el 25% de los materiales representa el 74,64% de la rotación total (Clasificación A). Mientras que el 27% de los materiales representa el 20,73% de la rotación total (Clasificación B), finalmente el 47% de materiales representa el 4,64% de la rotación total del inventario en un periodo de tres meses (Clasificación C).

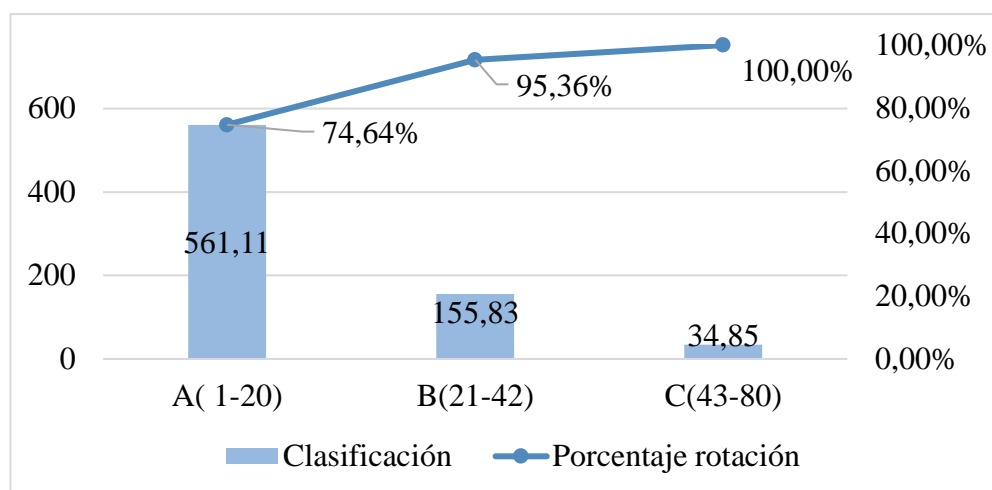
El diagrama de Pareto presentado en la Figura 34 muestra la clasificación ABC de los materiales según su rotación, con el objetivo de priorizar la gestión y atención en función de su importancia. La clasificación se divide en tres categorías: A (1-20), B (21-42) y C (43-80), representadas en el eje horizontal. Los valores en el eje vertical izquierdo indican el valor total de la rotación de cada categoría, mientras que el eje vertical derecho muestra el porcentaje acumulado de rotación.

Los materiales clasificados como A, que comprenden el 25% de los ítems, representan un total de 561,11 unidades de rotación, lo que equivale al 74,64% del total acumulado. La categoría B incluye el 27% de los ítems con 155,83 unidades de rotación, alcanzando un porcentaje acumulado del 95,36%. Finalmente, la categoría C, con el 47% de los ítems, tiene una rotación total de 34,85 unidades, completando el 100% del total acumulado.

Este análisis destaca la importancia de los materiales de la categoría A, los cuales, a pesar de ser menos en número, tienen un impacto significativo en la rotación total, lo que sugiere una focalización de recursos en estos ítems para optimizar la gestión de inventarios y mejorar la eficiencia operativa.

Figura 34.

Diagrama de Pareto de la clasificación ABC por rotación.



Nota. Elaborado por el autor.

3.3.3 Índice rotacional

El índice de rotación de inventario mide la frecuencia con la que el inventario se vende y se reemplaza durante un período específico. Para calcular el índice de rotación de inventario, se utilizó la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{\text{Costo de productos vendidos}}{\text{Inventario promedio}}$$

La empresa Ingeotop S.A se caracteriza por brindar servicios, por lo que hace uso de los materiales y suministros sin considerar ningún SGI que ayude a monitorear los mismos. La fórmula para calcular el índice de rotación se adaptó al tipo de empresa. Es decir, se reemplazó la variable costos de productos vendidos por costo de materiales utilizados, ya que se calculó la rotación por utilización en el periodo de tres meses. Con lo cual se estableció de la siguiente manera:

$$IR = \frac{\text{Costo de materiales utilizados}}{\text{Inventario promedio}}$$

Se calculó el índice de rotación en base a la utilización de cada material por el periodo de tres meses, el promedio mensual de utilización se obtiene al sumar el número de uso de cada material en tres meses consecutivos, con este resultado podremos calcular el costo de materiales utilizados; siendo igual al promedio mensual de utilización multiplicado por el costo de cada material. Por consiguiente, el inventario promedio se obtiene al multiplicar el stock final por el costo unitario de cada material. Una vez calculadas las variables, procedemos a obtener el índice de rotación para cada existencia, dividiendo el costo de materiales utilizados para el inventario promedio. Estos cálculos se detallan en la tabla 22 formando una parte integral del análisis propuesto de este trabajo.

En ella se identifican los diferentes materiales y equipos utilizados por Ingeotop S.A, estos incluyen:

- Equipo: diferentes materiales y equipos utilizados por Ingeotop S.A. Estos incluyen desde herramientas como amoladoras y sierras hasta equipos más especializados como generadores y sets para ensayos.
- Precio unitario (P.U): Indica el costo por unidad de cada material o equipo, proporcionando una base económica para calcular el valor del inventario.
- Stock: Muestra la cantidad inicial disponible de cada equipo al comienzo del período analizado.
- M1, M2, M3: Representa la cantidad de veces que se ha utilizado cada material en un periodo de tres meses consecutivos.
- Promedio mensual de utilización: Calculado como el promedio de los usos mensuales, este valor ofrece una medida de la demanda constante de cada material durante el período.
- Costo de materiales utilizados: Calculado multiplicando el promedio mensual de utilización por el costo unitario, este valor refleja el costo total asociado al uso de cada equipo durante el período analizado.
- Inventario promedio: Calculado como el valor promedio del inventario disponible durante el período, proporciona una medida de la disponibilidad de los materiales.
- Este índice es para entender la frecuencia con la que el inventario se renueva. Calculado dividiendo el costo de materiales utilizados por el inventario promedio, indica cuántas veces se ha utilizado el inventario durante el período.

Tabla 22.*Índice de rotación para cada material.*

N°	Equipo	P.U	Stock	M1	M2	M3	Promedio mensual de utilización	Costos materiales utilizados	Inventario promedio	Índice de rotación
1	Amoladora pequeña (esmeriladora angular) 11000rpm	\$ 52,26	1	43	56	56	51,6667	\$ 2.700,10	\$ 52,26	51,67
2	Sierra caladora orbital	\$ 112,75	1	30	75	12	39,0000	\$ 4.397,25	\$ 112,75	39,00
3	Soldadora eléctrica	\$ 287,96	1	45	29	32	35,3333	\$ 10.174,59	\$ 287,96	35,33
4	Amoladora grande	\$ 220,00	1	15	50	33	32,6667	\$ 7.186,67	\$ 220,00	32,67
5	Carros para cilindros	\$ 51,30	3	120	88	78	95,3333	\$ 4.890,60	\$ 153,90	31,78
6	Bomba de agua	\$ 310,50	1	60	18	8	28,6667	\$ 8.901,00	\$ 310,50	28,67
7	"mono" 120	\$ 325,00	1	46	30	8	28,0000	\$ 9.100,00	\$ 325,00	28,00
8	Generador rojo	\$ 430,00	1	60	20	3	27,6667	\$ 11.896,67	\$ 430,00	27,67
9	Set para ensayo proctor	\$ 800,00	1	27	31	24	27,3333	\$ 21.866,67	\$ 800,00	27,33
10	"mono" 240	\$ 35,00	1	22	35	24	27,0000	\$ 945,00	\$ 35,00	27,00
11	Martillo smith o rebote (análogo)	\$ 838,69	1	19	31	31	27,0000	\$ 22.644,63	\$ 838,69	27,00
12	Gato para extracción de briquetas	\$ 857,00	1	26	32	22	26,6667	\$ 22.853,33	\$ 857,00	26,67
13	Carretillas	\$ 40,71	2	34	70	52	52,0000	\$ 2.116,92	\$ 81,42	26,00
14	Amoladora pequeña black & decker	\$ 38,12	1	31	25	20	25,3333	\$ 965,71	\$ 38,12	25,33
15	Swiber para rotación aw	\$ 225,00	1	19	32	25	25,3333	\$ 5.700,00	\$ 225,00	25,33

16	Viscosímetro cinemático	\$	1.788,00	1	21	34	21	25,3333	\$	45.296,00	\$	1.788,00	25,33
17	Taladro percutor atornillador inalámbrico de 1/2"	\$	139,99	1	46	17	12	25,0000	\$	3.499,75	\$	139,99	25,00
18	Swiber para tuberías nq	\$	225,00	1	17	34	6	19,0000	\$	4.275,00	\$	225,00	19,00
19	Bomba inyectora de grasa	\$	130,85	1	22	15	17	18,0000	\$	2.355,30	\$	130,85	18,00
20	Hornos electricos	\$	319,99	2	33	25	28	28,6667	\$	9.173,05	\$	639,98	14,33
21	Hidrolavadora de alta potencia 2100w	\$	179,99	2	25	19	32	25,3333	\$	4.559,75	\$	359,98	12,67
22	Swiber para tubería 2"	\$	225,00	2	34	28	13	25,0000	\$	5.625,00	\$	450,00	12,50
23	Amoladora 6000 rpm	\$	220,00	3	9	38	55	34,0000	\$	7.480,00	\$	660,00	11,33
24	Condensador para asfalto	\$	225,00	1	9	15	7	10,3333	\$	2.325,00	\$	225,00	10,33
25	Cubos para morteros	\$	109,00	1	12	6	9	9,0000	\$	981,00	\$	109,00	9,00
26	Set para ensayo cbr in situ	\$	1.300,00	3	21	26	31	26,0000	\$	33.800,00	\$	3.900,00	8,67
27	Taladro tipo i (550 w)	\$	48,62	1	10	5	9	8,0000	\$	388,96	\$	48,62	8,00
28	Taladro (550 w)	\$	48,62	1	8	12	4	8,0000	\$	388,96	\$	48,62	8,00
29	Juego de poleas	\$	50,00	2	15	19	8	14,0000	\$	700,00	\$	100,00	7,00
30	Gata hidráulica	\$	100,00	1	5	7	9	7,0000	\$	700,00	\$	100,00	7,00
31	Detector de hierro	\$	879,95	1	12	5	4	7,0000	\$	6.159,65	\$	879,95	7,00
32	Pedestal y martillo para marshall	\$	2.560,00	1	5	4	9	6,0000	\$	15.360,00	\$	2.560,00	6,00
33	Compresor	\$	61,99	1	3	6	8	5,6667	\$	351,28	\$	61,99	5,67
34	Sierra caladora tipo ii	\$	69,73	1	4	8	5	5,6667	\$	395,14	\$	69,73	5,67

35	Atornillador de impacto de 6,35 mm (1,4") tipo i	\$ 235,00	2	13	9	11	11,0000	\$ 2.585,00	\$ 470,00	5,50
36	Sogas con conector pequeño	\$ 10,00	1	10	6	0	5,3333	\$ 53,33	\$ 10,00	5,33
37	Roto martillo	\$ 252,00	1	9	5	0	4,6667	\$ 1.176,00	\$ 252,00	4,67
38	Electro de oven (caja porta electrodos)	\$ 330,39	1	0	11	3	4,6667	\$ 1.541,82	\$ 330,39	4,67
39	Swiber para perforación spt	\$ 210,50	2	7	7	12	8,6667	\$ 1.824,33	\$ 421,00	4,33
40	Compresor verde	\$ 119,99	1	2	7	4	4,3333	\$ 519,96	\$ 119,99	4,33
41	Martillos de seguridad 250 lb	\$ 680,00	2	12	8	5	8,3333	\$ 5.666,67	\$ 1.360,00	4,17
42	Compresor rojo	\$ 119,99	1	3	3	6	4,0000	\$ 479,96	\$ 119,99	4,00
43	Tubos hq	\$ 100,00	13	34	24	66	41,3333	\$ 4.133,33	\$ 1.300,00	3,18
44	Martillos de seguridad 120 lb	\$ 680,00	2	5	7	4	5,3333	\$ 3.626,67	\$ 1.360,00	2,67
45	Compresor amarillo	\$ 119,99	1	3	4	1	2,6667	\$ 319,97	\$ 119,99	2,67
46	Martillo smith o rebote (digital)	\$ 1.600,00	1	2	4	1	2,3333	\$ 3.733,33	\$ 1.600,00	2,33
47	Pundit pl-200 acople eco	\$ 2.125,00	1	2	4	1	2,3333	\$ 4.958,33	\$ 2.125,00	2,33
48	Sogas con conector grande	\$ 11,09	2	5	6	2	4,3333	\$ 48,06	\$ 22,18	2,17
49	Desecador	\$ 233,00	3	4	6	9	6,3333	\$ 1.475,67	\$ 699,00	2,11
50	Molde para briqueta	\$ 1.900,00	9	14	8	33	18,3333	\$ 34.833,33	\$ 17.100,00	2,04
51	Compactador	\$ 1.250,00	1	0	1	5	2,0000	\$ 2.500,00	\$ 1.250,00	2,00
52	Tubos nq	\$ 300,00	17	24	31	33	29,3333	\$ 8.800,00	\$ 5.100,00	1,73
53	Pisones pequeños	\$ 182,00	3	2	6	7	5,0000	\$ 910,00	\$ 546,00	1,67
54	Mezcladora de asfalto	\$ 450,00	1	0	0	5	1,6667	\$ 750,00	\$ 450,00	1,67

55	Cortadora de asfalto	\$	1.690,00	1	4	1	0	1,6667	\$	2.816,67	\$	1.690,00	1,67
56	Tubos aw1	\$	5.235,00	21	25	28	20	24,3333	\$	127.385,00	\$	109.935,00	1,16
57	Tubos aw2	\$	4.600,00	22	60	11	2	24,3333	\$	111.933,33	\$	101.200,00	1,11
58	Encofrado para caja de registro (60x60x1,20)	\$	35,00	1	1	1	1	1,0000	\$	35,00	\$	35,00	1,00
59	Bomba hidráulica de lodo	\$	8.250,00	1	0	3	0	1,0000	\$	8.250,00	\$	8.250,00	1,00
60	Spray gun industrial (450 w)	\$	48,00	1	0	2	0	0,6667	\$	32,00	\$	48,00	0,67
61	Tubos 2" 1/2 ma (máquina amarilla)	\$	67,73	14	8	12	7	9,0000	\$	609,57	\$	948,22	0,64
62	Pistones cbr	\$	1.800,00	24	18	3	14	11,6667	\$	21.000,00	\$	43.200,00	0,49
63	Encofrado para caja de registro (60x60x60)	\$	35,00	2	1	0	0	0,3333	\$	11,67	\$	70,00	0,17
64	Encofrado metálico ancho 10cm	\$	40,00	6	1	0	1	0,6667	\$	26,67	\$	240,00	0,11
65	Encofrado para caja de registro (1mx1m)	\$	60,00	3	0	0	1	0,3333	\$	20,00	\$	180,00	0,11
66	Encofrado para caja de registro (60x60x70)	\$	35,00	4	0	1	0	0,3333	\$	11,67	\$	140,00	0,08
67	Encofrado para caja de registro (60x60x40)	\$	35,00	14	0	2	0	0,6667	\$	23,33	\$	490,00	0,05
68	Tubos 3" 1/2 mn- 3m (máquina negra)	\$	87,00	33	0	3	0	1,0000	\$	87,00	\$	2.871,00	0,03
69	Encofrado metálico ancho 15 cm	\$	40,00	44	2	0	1	1,0000	\$	40,00	\$	1.760,00	0,02
70	Encofrado para tanque æ 35cm	\$	80,00	1	0	0	0	0,0000	\$	-	\$	80,00	0,00
71	Encofrado para tanque æ 45 cm	\$	80,00	1	0	0	0	0,0000	\$	-	\$	80,00	0,00

72	Manómetro para bomba	\$ 90,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 90,00	0,00
73	Encofrado para tanque æ 1,40 m	\$ 120,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 120,00	0,00
74	Bailarinas compactadora roja	\$ 124,99	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 124,99	0,00
75	Bailarina compactadora turquesa	\$ 124,99	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 124,99	0,00
76	Cortadora de césped	\$ 130,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 130,00	0,00
77	Tanque de oxígeno	\$ 295,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 295,00	0,00
78	Tanque de oxígeno 47,1 kg	\$ 295,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 295,00	0,00
79	Máquina de extracción de testigo universal	\$ 2.130,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 2.130,00	0,00
80	Mezcladora pequeña para diseños de hormigón	\$ 3.500,00	1	0	0	0	0,0000	\$ -	\$ 3.500,00	0,00
Total		\$ 53.242,68								

Nota. Elaborado por el autor.

La información derivada de esta tabla es fundamental para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios de Ingeotop S.A. Permite identificar qué materiales requieren una mayor atención en términos de reabastecimiento y optimización del stock, asegurando así una operación eficiente y sin interrupciones. Además, facilita la implementación de políticas de inventario más precisas y alineadas con la demanda real de los materiales, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos innecesarios.

En resumen, este análisis constituye una base sólida para la propuesta de un sistema de gestión de inventarios eficaz, adaptado a las necesidades específicas de Ingeotop S.A., y orientado a optimizar la rotación de existencias, asegurar la disponibilidad de materiales críticos y mejorar la eficiencia general de la empresa.

Una vez identificadas las tres categorías de la clasificación ABC de los materiales del departamento de almacén y taller, se procede a plantear una propuesta de mejora para cada categoría en base al nivel de rotación. Los materiales de la clasificación A, son los de mayor rotación y, por lo tanto, necesitan un monitoreo constante; los materiales de rotación media necesitan una revisión periódica y finalmente los materiales de baja rotación necesitan un monitoreo esporádico. Es decir, este trabajo se centra en mejorar el proceso de entrada y salida de materiales con ayuda del método PEPS, teniendo en cuenta que los primeros en ingresar son los primeros en salir del almacén. De esta forma se evita las acumulaciones de materiales y obsolescencia ya que tendrán un movimiento constante.

Costo por mantener inventarios

De acuerdo con la información proporcionada por Izar et al., (2016), el costo por mantener inventario se estima utilizando la fórmula:

$$H = i * \text{Costo Unitario}$$

Donde el valor de i típicamente oscila entre el 20% y el 35%. En este caso, basándonos en los datos proporcionados por el jefe de bodega y lo establecido por Izar et al., (2016), se decidió aplicar un valor del 23% para materiales. Esto se hizo con el objetivo de calcular el costo de mantener los inventarios.

A continuación, se muestra en la tabla 23, el costo por mantener los inventarios de los materiales de acuerdo con lo antes mencionado.

Tabla 23.

Costo por mantener los inventarios.

Nº	Equipo	P.U	Costo por mantener
1	Amoladora pequeña (esmeriladora angular) 11000rpm	\$ 52,26	\$ 12,02
2	Sierra caladora orbital	\$ 112,75	\$ 25,93
3	Soldadora eléctrica	\$ 287,96	\$ 66,23
4	Amoladora grande	\$ 220,00	\$ 50,60
5	Carros para cilindros	\$ 51,30	\$ 11,80
6	Bomba de agua	\$ 310,50	\$ 71,42
7	"mono" 120	\$ 325,00	\$ 74,75
8	Generador rojo	\$ 430,00	\$ 98,90
9	Set para ensayo proctor	\$ 800,00	\$ 184,00
10	"mono" 240	\$ 35,00	\$ 8,05
11	Martillo smith o rebote (análogo)	\$ 838,69	\$ 192,90
12	Gato para extracción de briquetas	\$ 857,00	\$ 197,11
13	Carretillas	\$ 40,71	\$ 9,36
14	Amoladora pequeña black & decker	\$ 38,12	\$ 8,77
15	Swiber para rotación aw	\$ 225,00	\$ 51,75
16	Viscosímetro cinemático	\$ 1.788,00	\$ 411,24
17	Taladro percutor atornillador inalámbrico de 1/2"	\$ 139,99	\$ 32,20
18	Swiber para tuberías nq	\$ 225,00	\$ 51,75
19	Bomba inyectora de grasa	\$ 130,85	\$ 30,10
20	Hornos eléctricos	\$ 319,99	\$ 73,60

Nota. Elaborado por el autor.

3.3.4 Pronóstico del índice rotacional

Para pronosticar la demanda, se consideran los registros históricos de la empresa en estudio. Según Chapman, (2006), los pronósticos basados en series de

tiempo son de los métodos más empleados para proyectar la demanda de productos. Estos modelos parten de la premisa común de que la demanda sigue un patrón específico, el cual se analiza y se utiliza como base para proyectar la demanda futura.

Por lo tanto, para predecir la demanda de materiales en la empresa objeto de estudio, se utilizó la técnica de Suavizamiento Exponencial Simple. A continuación, se muestran los registros históricos de la demanda de materiales por utilización correspondientes a los tres últimos meses, ya que no fue posible tener acceso a meses anteriores (Tabla 24).

Tabla 24.

Demanda trimestral de los materiales.

N°	Equipo	P.U	M1	M2	M3
1	Amoladora pequeña (esmeriladora angular) 11000rpm	\$ 52,26	43	56	56
2	Sierra caladora orbital	\$ 112,75	30	75	12
3	Soldadora eléctrica	\$ 287,96	45	29	32
4	Amoladora grande	\$ 220,00	15	50	33
5	Carros para cilindros	\$ 51,30	120	88	78
6	Bomba de agua	\$ 310,50	60	18	8
7	"mono" 120	\$ 325,00	46	30	8
8	Generador rojo	\$ 430,00	60	20	3
9	Set para ensayo proctor	\$ 800,00	27	31	24
10	"mono" 240	\$ 35,00	22	35	24
11	Martillo smith o rebote (análogo)	\$ 838,69	19	31	31
12	Gato para extracción de briquetas	\$ 857,00	26	32	22
13	Carretillas	\$ 40,71	34	70	52
14	Amoladora pequeña black & decker	\$ 38,12	31	25	20
15	Swiber para rotación aw	\$ 225,00	19	32	25
16	Viscosímetro cinemático	\$ 1.788,00	21	34	21
17	Taladro percutor atornillador inalámbrico de 1/2"	\$ 139,99	46	17	12
18	Swiber para tuberías nq	\$ 225,00	17	34	6
19	Bomba inyectora de grasa	\$ 130,85	22	15	17
20	Hornos eléctricos	\$ 319,99	33	25	28

Nota. Elaborado por el autor.

Para este trabajo de investigación, se seleccionó el material con mayor utilización, Amoladora pequeña (esmeriladora angular), para calcular el pronóstico de la demanda. Se decidió utilizar un valor constante de Alfa (α) igual a 0.5 para todos los ítems. A continuación, se presenta el cálculo de la proyección del índice rotacional del material (Tabla 25):

Tabla 25.

Pronóstico del índice rotacional del material con mayor rotación.

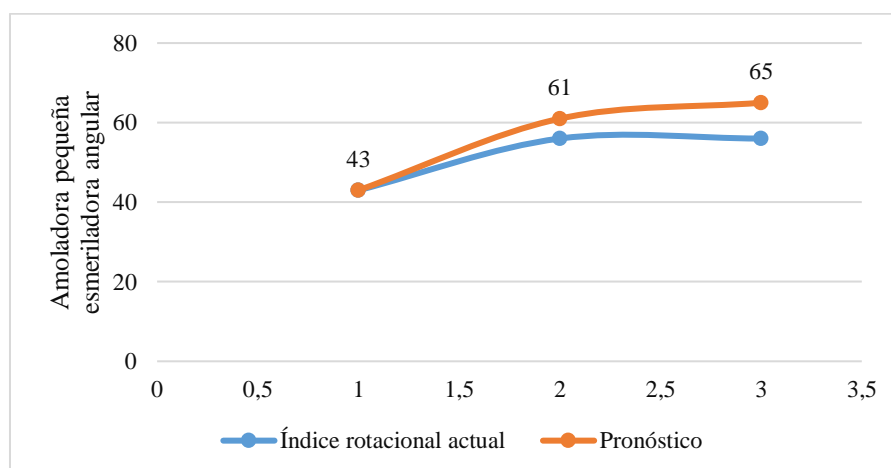
N°	Amoladora pequeña esmeriladora angular	Pronóstico	Error		
			Absoluto	Cuadrático	porcentual
1	43	43	0	0	0,0000000
2	56	61	5	25	8,9285714
3	56	65	9	81	16,0714286
Total			5	13	25,0000000

Nota. Elaborado por el autor.

La figura 35 muestra la comparación entre el índice rotacional actual y el pronóstico de los próximos tres meses para el producto con mayor rotación de la clasificación A. Se evidencia claramente que el pronóstico del índice rotacional va en aumento, superando a la rotación actual. Cabe recalcar que obteniendo más datos de los meses anteriores se obtendrían datos más precisos y relevantes para el estudio; los resultados obtenidos pueden aún optimizarse con una mayor cantidad de datos.

Figura 35.

Suavizamiento exponencial simple.



Nota. Elaborado por el autor.

3.3.5 Método PEPS

En la empresa Ingeotop S.A se ofrecen servicios de control de calidad para muestras de suelos y hormigón, esto quiere decir que, aunque la empresa no maneja inventarios de productos para la venta, cuenta con materiales, suministros o incluso equipos que son esenciales para la entrega de sus servicios.

Bajo este contexto, se propone el método PEPS para gestionar de manera eficiente los materiales de la categoría A, ya que estos son los de mayor rotación y son críticos para las operaciones; por lo tanto, necesitan un control continuo para que los materiales primeros en ingresar al almacén sean los primeros en utilizarse y de esta forma, se reduce el riesgo de obsolescencia de materiales y altos costos de mantenimiento y reparación.

Identificación y clasificación de materiales

En primer lugar, se confirman los materiales clasificados como categoría A según el análisis ABC, que son aquellos con alta rotación y mayor importancia para las operaciones de la empresa, estos están detallados en la tabla 26. Se identificaron 28 artículos para la clasificación A.

Tabla 26

Materiales de alta rotación según clasificación ABC.

Nº	Equipo	P.U	Rot total (promedio mensual)	%	% Acum	Clase
1	Carros para cilindros	\$ 51,30	95,33	8,62%	8,62%	A
2	Carretillas	\$ 40,71	52	4,70%	13,32%	A
3	Amoladora pequeña (esmeriladora angular) 11000rpm	\$ 52,26	51,67	4,67%	17,99%	A
4	Tubos hq	\$ 100,00	41,33	3,74%	21,73%	A
5	Sierra caladora orbital	\$ 112,75	39	3,53%	25,26%	A
6	Soldadora eléctrica	\$ 287,96	35,33	3,19%	28,45%	A
7	Amoladora 6000 rpm	\$ 220,00	34	3,07%	31,53%	A
8	Amoladora grande	\$ 220,00	32,67	2,95%	34,48%	A
9	Tubos NQ	\$ 300,00	29,33	2,65%	37,13%	A
10	Bomba de agua	\$ 310,50	28,67	2,59%	39,72%	A
11	Hornos eléctricos	\$ 319,99	28,67	2,59%	42,31%	A

12	"mono" 120	\$	325,00	28	2,53%	44,85%	A
13	Generador rojo	\$	430,00	27,67	2,50%	47,35%	A
14	Set para ensayo proctor	\$	800,00	27,33	2,47%	49,82%	A
15	"mono" 240	\$	35,00	27	2,44%	52,26%	A
16	Martillo smith o rebote (análogo)	\$	838,69	27	2,44%	54,70%	A
17	Gato para extracción de briquetas	\$	857,00	26,67	2,41%	57,11%	A
18	Set para ensayo CBR in situ	\$	1.300,00	26	2,35%	59,46%	A
19	Amoladora pequeña Black & Decker	\$	38,12	25,33	2,29%	61,75%	A
20	Hidrolavadora de alta potencia 2100w	\$	179,99	25,33	2,29%	64,04%	A
21	Swiber para rotación AW	\$	225,00	25,33	2,29%	66,34%	A
22	Viscosímetro cinemático	\$	1.788,00	25,33	2,29%	68,63%	A
23	Taladro percutor atornillador inalámbrico de 1/2"	\$	139,99	25	2,26%	70,89%	A
24	Swiber para tubería 2"	\$	225,00	25	2,26%	73,15%	A
25	Tubos aw2	\$	4.600,00	24,33	2,20%	75,35%	A
26	Tubos aw1	\$	5.235,00	24,33	2,20%	77,55%	A
27	Swiber para tuberías NQ	\$	225,00	19	1,72%	79,26%	A
28	Molde para briqueeta	\$	1.900,00	18,33	1,66%	80,92%	A

Nota. Elaborado por el autor.

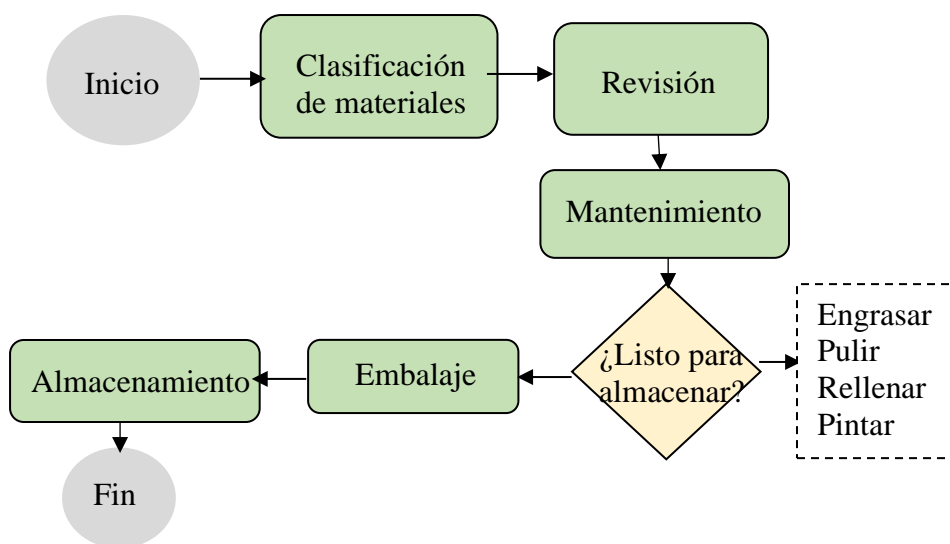
Sistema de almacenamiento

Como parte del plan de la propuesta se requiere establecer formatos de registro para llevar a cabo un orden específico y poder monitorear cada material de acuerdo a los lineamientos del método PEPS, que consiste en ubicar estratégicamente los primeros materiales en ingresar para que sean los primeros en salir.

Se propone un diagrama de flujo para el proceso de almacenamiento de materiales (figura 36). Cabe señalar que el proceso de almacenamiento conlleva no solo ubicar cada artículo en su lugar, sino más bien realizar una inspección a ciertas secuelas después del proceso de trabajo en obra como perforaciones, desgaste, etc. Es necesario llevar un mantenimiento progresivo mediante el formato de registro de almacenamiento (figura 37) y de esta forma evitar posibles daños mayores.

Figura 36.

Diagrama de flujo para almacenamiento de materiales.



Nota. Elaborado por el autor.

Se presenta en la figura 37, el formato para registro de almacenamiento de materiales; en el que se dispondrá de una persona encargada para realizar la actividad; mediante el cual se estandariza el proceso de almacenar cada artículo en su espacio de acuerdo a la categoría asignada.

Figura 37.

Formato de registro de almacenamiento.

 REGISTRO DE ALMACENAMIENTO							
Fecha de emisión:				N° de reporte:			
Fecha de aprobación:							
Encargado:							
Código:							
N°	Equipo	Código	Norma	Marca	Modelo	Stock	Color
Observaciones:							
_____				_____			
Despachador:				Aprobado por:			

Nota. Elaborado por el autor.

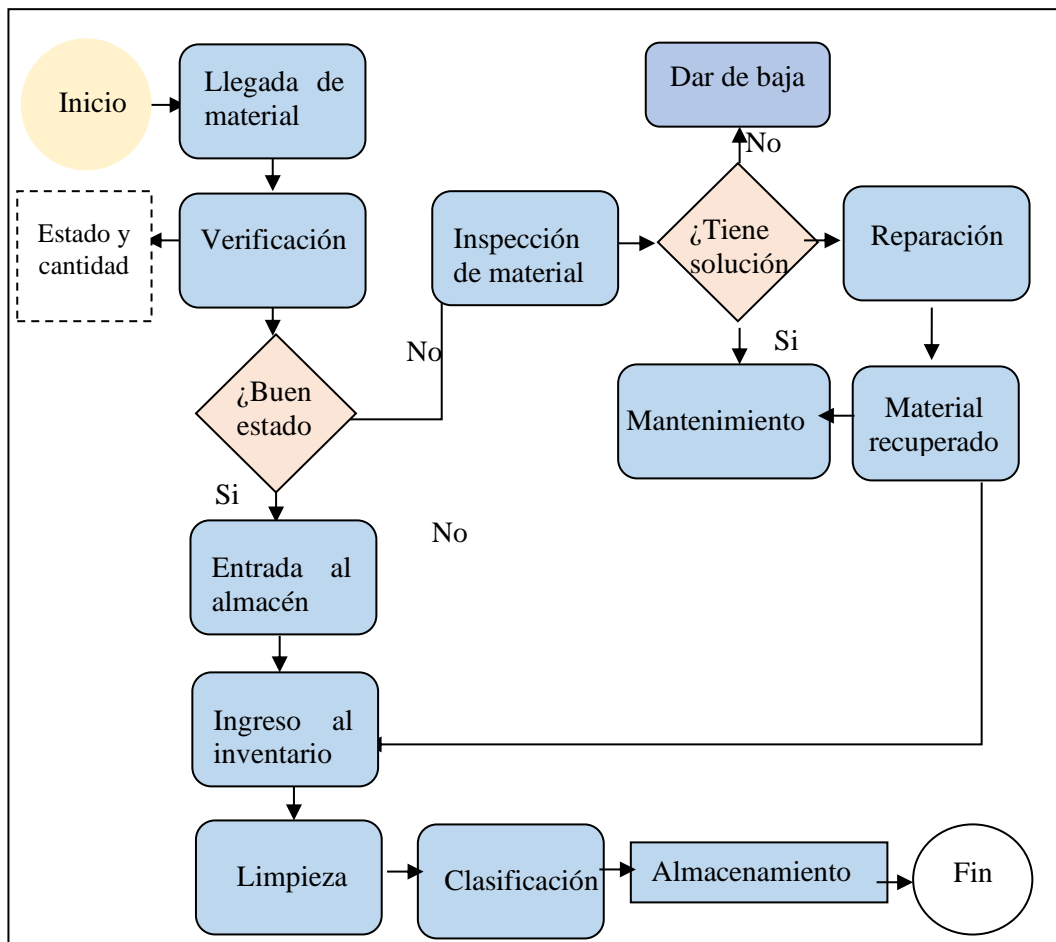
Procedimientos operativos

Proceso de entrada

Una vez identificados los materiales, se establece un procedimiento estándar para registrar la entrada de materiales en el almacén, incluyendo la fecha y cantidad recibida. Establecer un registro de entrada de materiales para la implementación efectiva del método PEPS en la gestión de inventarios; este registro no solo asegura el uso adecuado de los materiales en el orden correcto, sino que también mejora la eficiencia operativa, reduce costos y cumple con las regulaciones de calidad. Implementar y mantener un registro detallado y preciso. Bajo este contexto, se detalla en la figura 38 y 39 el diagrama de flujo para la entrada de materiales y el formato de registro de entrada respectivamente.

Figura 38.

Diagrama de flujo de entrada de materiales.



Nota. Elaborado por el autor.

A continuación, se muestra la figura 39, donde se establece un formato de registro de entrada de materiales. Este formato no solo asegura un control preciso y detallado de los materiales, sino que también optimiza el uso de recursos, reduce costos, y asegura el cumplimiento normativo. Implementar y mantener un registro de entrada de materiales bien estructurado y actualizado es una práctica fundamental para cualquier empresa que busca mejorar su gestión de inventarios y su eficiencia operativa.

Figura 39.

Formato de registro de entrada de materiales.



REGISTRO DE ENTRADA DE MATERIALES							
Fecha de emisión:				Nº de reporte:			
Fecha de aprobación:							
Encargado:							
Código:							
Nº	Equipo	Cantidad	Código	Norma	Marca	Modelo	Stock
Observaciones:							
Despachador:				Aprobado por:			

Nota. Elaborado por el autor.

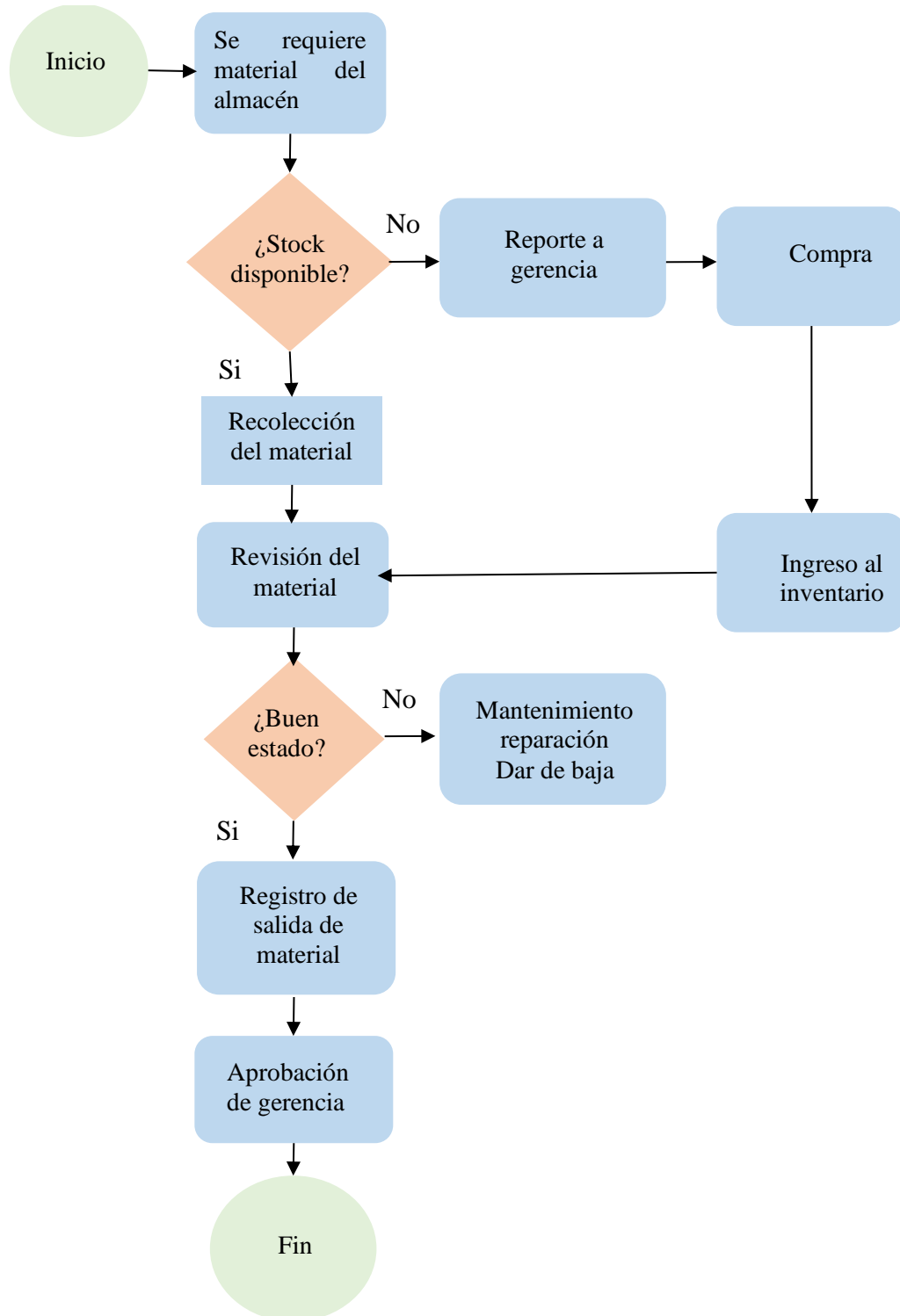
Proceso de salida

Establecer un diagrama de flujo para la salida de materiales es una práctica esencial para la gestión controlada de inventarios en una empresa. Ayuda a estandarizar procesos, mejorar la trazabilidad, optimizar recursos, asegurar el cumplimiento de normas y facilitar la comunicación y coordinación interna. Bajo este contexto, se propone un diagrama de flujo para la salida de materiales a las obras de la empresa, con el fin de mejorar el tiempo de ubicación de cada uno y optimizar el proceso de recolección de material.

Se presenta en la figura 40, la propuesta del flujograma de la salida de los materiales a las obras de la empresa, como documento necesario, se requiere del formato de registro de materiales (ver figura 41).

Figura 40.

Diagrama de flujo de salida de materiales




Nota. Elaborado por el autor.

Establecer un formato de registro de salidas en el método PEPS es esencial para mantener un control riguroso y eficiente del inventario. Este registro no solo asegura la correcta aplicación del método PEPS, sino que también mejora la trazabilidad, optimiza la gestión de inventarios, previene errores y facilita el cumplimiento normativo.

Bajo este contexto, se propone en la figura 41, un formato de registro para la salida de material en donde se llevará un monitoreo constante con el fin de evitar el exceso de stock y garantizar la rotación correcta.

Figura 41.

Formato de registro de salida de material.

							
Fecha de emisión: Fecha de aprobación: Nombre del responsable: Código:				N° de reporte: Fecha salida de material: Motivo salida: Fecha de regreso:			
N°	Equipo	Cantidad	Código	Norma	Marca	Modelo	Stock
_____ – Despachador:				_____ – Aprobado por:			


Nota. Elaborado por el autor.

Valoración del método PEPS

La valoración del inventario utilizando el método PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir) es fundamental por varias razones que impactan directamente en la eficiencia operativa, la precisión contable y la gestión de recursos en una empresa que ofrece servicios. En la figura 42 se presenta una herramienta esencial para la implementación del método PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir) en la empresa Ingeotop S.A., que se dedica a ofrecer servicios. Este formato permite un control detallado y preciso de los materiales almacenados y utilizados. A continuación, se realiza un análisis de su relevancia:

Figura 42.

Formato para valoración del método PEPS.



Método de valoración de inventarios PEPS											
Código de producto	Producto	Fecha de ingreso a bodega (Mes-día-año)	Artículos	Costo por unidad	Total	Primera fecha de entrada	Producto	Fecha de ingreso a bodega (Mes-día-año)	Artículos utilizados	Costo por unidad	Total

Nota. Elaborado por el autor.

Análisis de la Tabla y su Relevancia en el Método PEPS

Descripción de la Tabla

La tabla está dividida en dos secciones principales: una para el registro de entradas y otra para el registro de salidas de materiales. Ambas secciones incluyen campos como el código del producto, la descripción del producto, la fecha de ingreso a bodega, la cantidad de artículos, el costo por unidad y el total. Estos campos aseguran que cada material se registre con información detallada y precisa desde su entrada hasta su salida.

La tabla para la valoración del método PEPS es una herramienta indispensable para Ingeotop S.A., permitiendo una gestión de inventarios eficaz y ordenada. Al garantizar la correcta aplicación del método PEPS, la empresa puede mantener la calidad de sus servicios, reducir costos y mejorar la transparencia y eficiencia operativa.

Control de Entradas

La sección de entradas permite registrar cuándo y cuántos materiales ingresan a la bodega, junto con su costo unitario y total. Este control es primordial para seguir el principio del PEPS, ya que garantiza que se tenga un registro cronológico claro de los materiales.

Control de Salidas

La sección de salidas se enfoca en la utilización de materiales, registrando la fecha de la primera entrada, la cantidad utilizada y el costo. Esto asegura que los materiales más antiguos se usen primero, minimizando el riesgo de obsolescencia y desperdicio, lo cual es fundamental en la gestión de inventarios eficiente.

- Importancia del Método PEPS

Implementar el método PEPS mediante esta tabla tiene múltiples beneficios:

- Optimización de Costos: Al utilizar primero los materiales más antiguos, se evita la pérdida de valor por deterioro o caducidad.

- **Trazabilidad y Transparencia:** La tabla proporciona un historial claro y accesible de todos los movimientos de inventario, facilitando auditorías y controles internos.
- **Gestión Eficiente:** Con información precisa y actualizada, se puede planificar mejor las compras y el uso de materiales, optimizando los recursos y reduciendo costos operativos.

Cronograma de capacitaciones

La capacitación del personal es una inversión estratégica que puede generar múltiples beneficios para la empresa, desde la mejora de la eficiencia operativa y la calidad del servicio hasta el aumento de la motivación y retención del personal. Un plan de capacitaciones bien diseñado es esencial para asegurar que la empresa pueda enfrentar los desafíos del mercado y mantenerse competitiva a largo plazo.

Bajo este contexto, se propone un plan de capacitaciones dirigida al personal operativo de la empresa, ya que están directamente relacionados con los materiales y suministros destinados a las operaciones que ofrece la empresa, este cronograma se encuentra detallado en la figura 43.

Objetivos de la Capacitación

Objetivo General: Capacitar al personal en las mejores prácticas de gestión de inventarios, incluyendo el uso del método PEPS y la clasificación ABC, para optimizar la eficiencia operativa y la precisión contable.

Objetivos Específicos:

- Entender los principios y la importancia de la gestión de inventarios.
- Aplicar correctamente el método PEPS para la valoración de inventarios.
- Implementar la clasificación ABC para priorizar la gestión de diferentes categorías de inventarios.
- Mejorar las habilidades en el uso de herramientas y software de gestión de inventarios.

Contenido de la capacitación

- Módulo 1: Introducción a la Gestión de Inventarios
 - Conceptos básicos de inventarios
 - Importancia de la gestión de inventarios en la empresa de servicios
- Módulo 2: Método PEPS
 - Principios del método PEPS
 - Ventajas del método PEPS
 - Ejemplos prácticos y ejercicios de aplicación
- Módulo 3: Clasificación ABC
 - Fundamentos de la clasificación ABC
 - Criterios para clasificar los inventarios en categorías A, B y C
 - Estrategias de gestión para cada categoría
- Módulo 4: Herramientas y Software de Gestión de Inventarios
 - Introducción a las herramientas digitales de inventario
 - Uso de Excel para gestión de inventarios
 - Capacitación en software especializado

Cronograma de Capacitación

Semana 1:

Día 1: Introducción a la Gestión de Inventarios (2 horas)

Día 2: Principios del Método PEPS (2 horas)

Semana 2:

Día 1: Aplicación del Método PEPS (2 horas)

Día 2: Clasificación ABC (2 horas)

Semana 3:

Día 1: Estrategias de Gestión por Categoría (2 horas)

Día 2: Herramientas Digitales de Inventario (2 horas)


Semana 4:

Día 1: Taller Práctico de Excel (2 horas)

Día 2: Capacitación en Software Especializado (2 horas)

Figura 43.

Cronograma de capacitaciones dirigida al personal de Ingeotop S.A

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL			
CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN			
Nombre de la Empresa			
RUC:			
Cronograma de Capacitaciones al Personal			
Tema	Personal objetivo	Objetivos de la capacitación	Fecha de programación
Metodología ABC	Personal Operativo	Identificar el sistema de clasificación ABC y conocer las medidas de gestión de materiales dentro de cada área.	De acuerdo a la implementación de la propuesta
Método PEPS	Personal Operativo	Conocer el método PEPS y el sistema de organización de materiales de acuerdo a su política (primeros en entrar, primero en salir)	De acuerdo a la implementación de la propuesta
Mantenimiento de equipos	Personal Operativo	Disminuir el riesgo de contagio.	De acuerdo a la implementación de la propuesta
Manipulación de materiales	Personal Operativo	Conocer, identificar y manipular de manera correcta los equipos y materiales dentro y fuera de la empresa.	De acuerdo a la implementación de la propuesta
Gestión de inventarios	Todo el personal	Actualizar e implementar las prácticas más efectivas en la gestión de inventarios con el objetivo de impulsar la mejora continua del proceso de abastecimiento.	De acuerdo a la implementación de la propuesta
<i>Estas serán verificables con formato de asistencia, en el proceso de seguimiento a obras</i>			
<hr/> Solicitado por Joselyn Yagual		<hr/> Aprobado por Gerencia Ingeotop S.A	

Nota. Elaborado por el autor.

3.3.6 Evaluación y análisis de la propuesta.

Para llevar a cabo una evaluación y análisis del SGI propuesto, en primer lugar, se clasificaron los materiales de acuerdo a la utilización de cada uno de ellos. Posteriormente, mediante la herramienta SOLVER de Excel, en base a los datos de los tres meses anteriores, se pronosticó el índice de rotación del siguiente mes (tabla 27). Cabe recalcar que como se obtienen datos únicamente de tres meses de la rotación de materiales de la empresa, afecta la precisión del análisis y, por ende, sus resultados futuros.

Tabla 27.

Costos inventariables trimestrales del sistema propuesto.

N°	Equipo	P.U	Rotación actual	Propuesta	Diferencia	%
1	Amoladora pequeña (esmeriladora angular) 11000rpm	\$ 52,26	51,67	56,333	4,667	8%
2	Sierra caladora orbital	\$ 112,75	39	45,000	6,000	13%
3	Soldadora eléctrica	\$ 287,96	35,33	34,000	1,333	4%
4	Amoladora grande	\$ 220,00	32,67	41,000	8,333	20%
5	Carros para cilindros	\$ 51,30	95,33	85,333	10,000	12%
6	Bomba de agua	\$ 310,50	28,67	35,667	7,000	20%
7	"mono" 120	\$ 325,00	28	38,667	10,667	28%
8	Generador rojo	\$ 430,00	27,67	34,667	7,000	20%
9	Set para ensayo proctor	\$ 800,00	27,33	31,000	3,667	12%
10	"mono" 240	\$ 35,00	27	33,333	6,333	19%
11	Martillo smith o rebote (análogo)	\$ 838,69	27	29,000	2,000	7%
12	Gato para extracción de briquetas	\$ 857,00	26,67	31,333	4,667	15%
13	Carretillas	\$ 40,71	52	63,000	11,000	17%
14	Amoladora pequeña black & decker	\$ 38,12	25,33	29,667	4,333	15%
15	Swiber para rotación aw	\$ 225,00	25,33	29,333	4,000	14%
16	Viscosímetro cinemático	\$ 1.788,00	25,33	33,000	7,667	23%
17	Taladro percutor atornillador inalámbrico de 1/2"	\$ 139,99	25	28,000	3,000	11%
18	Swiber para tuberías nq	\$ 225,00	19	30,000	11,000	37%
19	Bomba inyectora de grasa	\$ 130,85	18	18,333	0,333	2%
20	Hornos eléctricos	\$ 319,99	28,67	29,333	0,667	2%
Total		\$ 7228, 12	665	756,000	91,000	

Nota. Elaborado por el autor.

En la Tabla 28 se presenta un análisis detallado de la rotación de inventarios, donde se comparan los valores actuales con los propuestos tras la implementación del

nuevo modelo de inventarios. La rotación actual de inventarios es de 665 unidades de rotación de los materiales, mientras que la rotación propuesta es de 756 unidades de rotación. Esto indica una diferencia significativa de 91, lo que representa un incremento del 12,037% en la rotación de inventarios. Este aumento en la rotación sugiere una mejora en la eficiencia de gestión de inventarios, ya que un mayor número de rotaciones implica una utilización más efectiva del stock, reduciendo así el tiempo que los productos permanecen en el almacén. La implementación del modelo propuesto no solo mejora la rotación, sino que también podría reducir los costos de almacenamiento y minimizar el riesgo de obsolescencia de productos. En conjunto, estos resultados subrayan la efectividad del nuevo modelo para optimizar la gestión de inventarios y generar beneficios operativos significativos.

Tabla 28.

Comparativo de la rotación trimestral de los materiales.

Rotación actual	Rotación propuesta	Diferencia	%
665	756	91	12,037%

Nota. Elaborado por el autor.

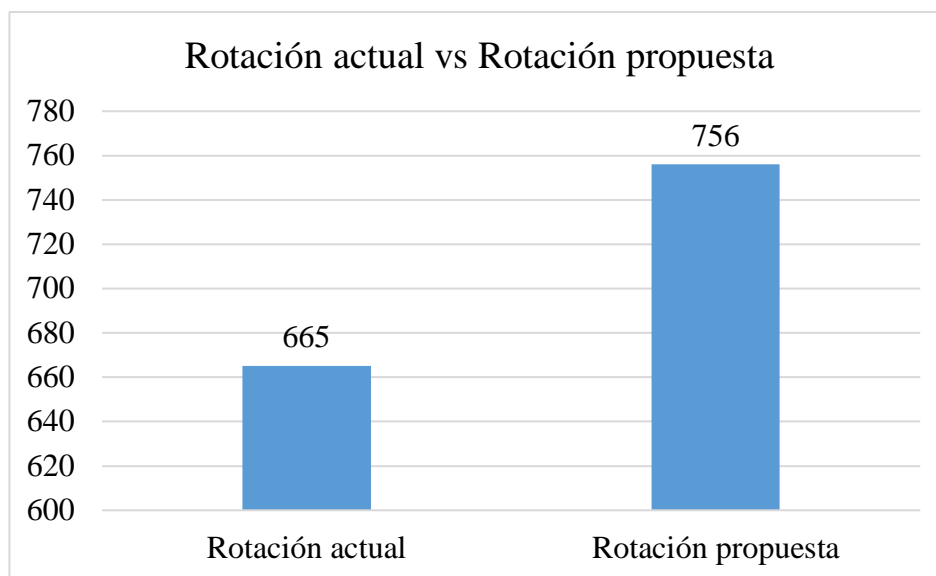
En la Figura 44 se observa una representación gráfica que compara la rotación de inventarios actual con la rotación propuesta. La rotación actual se sitúa en 665 unidades, mientras que la propuesta alcanza las 756 unidades. Esta diferencia de 91 unidades refleja un incremento significativo del 12,037%. Este aumento en la rotación de inventarios sugiere una mayor eficiencia en la gestión de los recursos disponibles.

Un mayor índice de rotación indica que los productos se venden y reponen con mayor rapidez, lo que puede traducirse en menores costos de almacenamiento y una reducción del riesgo de obsolescencia de los productos. Además, esta mejora en la rotación puede contribuir a una mejor satisfacción del cliente, al garantizar la disponibilidad de productos más recientes y de mayor demanda.

En resumen, la implementación del modelo de inventarios propuesto no solo optimiza la gestión del inventario, sino que también tiene el potencial de mejorar significativamente los resultados operativos y financieros de la empresa.

Figura 44.

Representación gráfica rotación actual vs rotación propuesta.



Nota. Elaborado por el autor.

3.4 Presupuesto para la implementación de la propuesta

Se realiza el presupuesto para una posible implementación de la propuesta; la misma que consta en 4 fases, comprendidas cada una con sus actividades correspondientes realizadas en un periodo máximo de 3 meses. El presupuesto total que se requiere para la propuesta es de \$ 24.544,74, la misma que se muestra en la tabla 29.

Tabla 29.

Presupuesto para la inversión, (periodo de tres meses).

Actividad	Descripción	Cantidad	P.U	Costo total
Fase 1	Trabajador	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
	Ayudante	1	\$ 850,00	\$ 850,00
	Laptop	1	\$ 690,64	\$ 690,64
	Resmas de hojas	2	\$ 5,00	\$ 10,00
	Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
	Caja esferos	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Impresora	1	\$ 500,00	\$ 500,00
	Transporte	20	\$ 5,00	\$ 100,00
	Alimentación	20	\$ 5,00	\$ 100,00
Total fase 1				\$ 4.783,64

Fase 2	Capacitación manejo de materiales	1	\$ 600,00	\$ 600,00
	Capacitación seguridad	1	\$ 650,00	\$ 650,00
	Análisis inventario	1	\$ 200,00	\$ 200,00
	Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
	Caja esferos	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Caja marcadores industriales	1	\$ 50,00	\$ 50,00
	Productos de limpieza	3	\$ 10,00	\$ 30,00
	Transporte	20	\$ 5,00	\$ 100,00
	Alimentación	20	\$ 5,00	\$ 100,00
Total fase 2				\$ 1.763,00
Fase 3	Clasificación abc	1	\$ 600,00	\$ 600,00
	Papel despacho	30	\$ 0,80	\$ 24,00
	Caja marcadores permanentes	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Cinta embalaje	10	\$ 3,00	\$ 30,00
	Engrasante	5	\$ 35,00	\$ 175,00
	Material estructura tuberías	10	\$ 25,00	\$ 250,00
	Funda electrodos	2	\$ 10,00	\$ 20,00
	Propuesta PEPS	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
	Software inventarios	1	\$ 500,00	\$ 500,00
	Capacitaciones	1	\$ 800,00	\$ 800,00
	Redistribución de almacén	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
	Transporte	20	\$ 5,00	\$ 100,00
	Alimentación	20	\$ 5,00	\$ 100,00
	Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Total fase 3				\$ 8.632,00
Fase 4	Análisis de resultados	1	\$ 500,00	\$ 500,00
	Capacitación inventarios	1	\$ 750,00	\$ 750,00
	Resmas de hojas	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Caja esferos	1	\$ 3,00	\$ 3,00

Caja lápices	1	\$ 2,00	\$ 2,00
Caja marcadores industriales	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Equipos de protección personal	17	\$ 200,00	\$ 3.400,00
Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Transporte	20	\$ 5,00	\$ 100,00
Alimentación	20	\$ 5,00	\$ 100,00
Total fase 4			\$ 4.940,00
Subtotal			\$20.118,64
10% imprevistos			\$ 2.011,86
12% IVA			\$ 2.414,24
Total			\$24.544,74

Nota. Elaborado por el autor.

En cuanto al personal que necesitará para la implementación de la propuesta, actualmente la empresa cuenta con 14 trabajadores, detallado en el apartado 2.4; en el mismo se muestran las personas involucradas directamente con la manipulación de los materiales, equipos y herramientas. La rotación del personal será empleará de manera estratégica para la eventual propuesta; los 10 operarios tendrán turnos rotativos en conjunto con las dos personas adicionales contratadas para la propuesta.

El fin de rotar al personal es establecer un orden en cada función que se realice, de esta manera se tendrá un control en las funciones de cada uno de ellos, lo que se evidencia en mejores resultados.

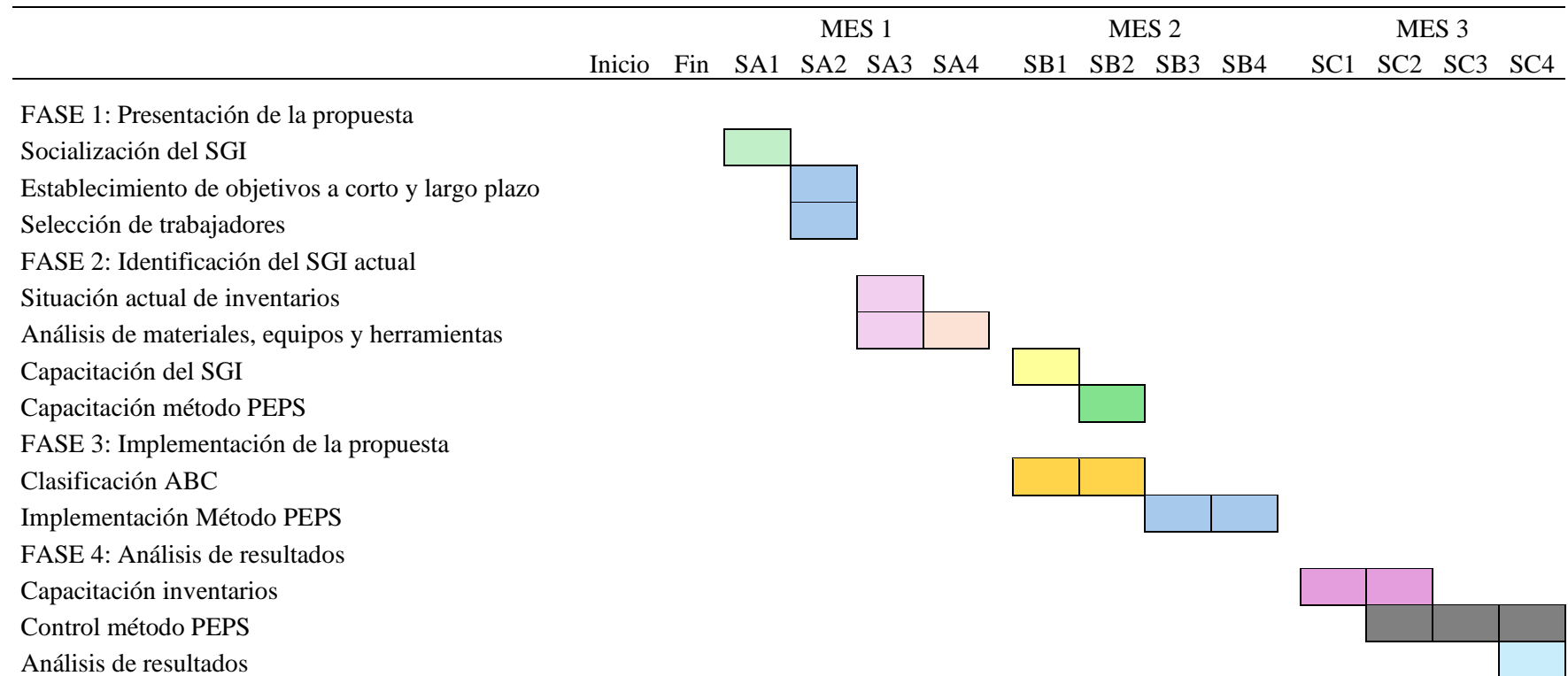
La eventual implementación del SGI se estructurará en distintas fases, cuya conclusión está planificada en un lapso de 3 meses. Las actividades se llevarán a cabo de lunes a viernes, dentro del horario laboral establecido de 09:00 a 18:00. Conforme a lo establecido en el Código del Trabajo (2005), se seguirá la pauta de “una jornada laboral máxima de ocho horas diarias”. Este enfoque garantiza la conformidad con las normativas laborales.

3.4.1 Cronograma de actividades.

A continuación, se muestra en la tabla 30, el cronograma de actividades previsto en un lapso de tres meses consecutivos.

Tabla 30.

Cronograma de actividades.



Nota. Elaborado por el autor.

3.4.2 Evaluación de la inversión

Para una posible implementación del SGI propuesto; se determina el periodo de recuperación. Con la información proporcionada por la empresa, se dispuso de los valores del flujo de caja desde el año 2020, mostrados en la tabla 31.

Tabla 31.

Flujo de caja de la empresa Ingeotop S.A.

Año	Entrada de efectivo	Flujo efectivo acumulado
0	\$ -24.544,74	
1	\$ 8.345,19	\$ 8345,19
2	\$ 15.678,47	\$ 24023,66
3	\$ 23.022,32	\$ 47045,98

Nota. Elaborado por el autor.

La tabla 31 presenta el flujo de caja de la empresa Ingeotop S.A. para los años 2020 a 2023, destacando tanto las entradas de efectivo anuales como el flujo efectivo acumulado. En el año 0, la empresa muestra una salida de efectivo de \$24,544.74. Para el año 1, hay una entrada de efectivo de \$8,345.19, acumulando un total de \$8,345.19. En el año 2, la entrada de efectivo es de \$15,678.47, lo que incrementa el flujo acumulado a \$24,023.66.

Finalmente, en el año 3, se registra una entrada de efectivo de \$23,022.32, alcanzando un flujo acumulado de \$47,045.98. El PRI resulta ser aproximadamente 2.1 años, lo que indica que la inversión inicial de \$24,544.74 se recupera después de un poco más de dos años de operación, considerando las entradas de efectivo anuales.

3.4.3 Periodo de recuperación

$$PRI = \text{Año} + \frac{\text{Inversión Inicial} - \text{Flujo de caja año anterior}}{\text{Flujo de caja año de recuperación de la inversión}}$$

$$PRI = 2 + \frac{\$ 24\,544,74 - \$ 24\,023,66}{\$ 23\,022,32}$$

$$PRI = (2 + 0,023) * 12 \text{ meses}$$

$$PRI = 2 + (0,276 \text{ meses} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}}) = 8,28 \text{ días}$$

$$PRI = 2 \text{ años y } 8 \text{ días}$$

El periodo de recuperación de la inversión para este trabajo de integración curricular es de 2 años y 8 días, lo que demuestra que la implementación de un nuevo sistema de gestión de inventarios para la empresa Ingeotop S.A resulta viable.

3.5 Marco de discusión

El presente trabajo de titulación, relacionado con el sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias, desempeña un papel esencial en la gestión interna de la empresa Ingeotop S.A. El mapeo sistemático aplicado en esta investigación, con ayuda del programa AHP, dieron paso a una serie de investigaciones importantes y a su vez aplicables en diversos sectores y empresas de todo tipo, el mapeo sistemático aplicado se realizó en base a Salas & Lara, (2020).

Por otro lado, el SGI propuesto, se basó en Pérez & Romero, (2022), ellos establecieron un SGI combinando los métodos de clasificación ABC y método PEPS. Se evidenció la deficiencia, tanto de utilización del espacio para almacenar, como de los productos obsoletos y también la mal gestión de los materiales con alto índice de rotación.

Se concluye que la aplicación de diferentes metodologías para un mismo propósito conlleva a un mejor sustento y confiabilidad. El procedimiento metodológico se realizó en diferentes etapas, bajo lo establecido por Pérez & Romero, (2022). El enfoque de los instrumentos de recolección de datos, direccionados por Romero et al., (2021).

Los resultados de la comparación de la rotación de existencias actual con la propuesta evidenciaron una diferencia de 91 unidades de rotación total, lo que equivale a un incremento del 12,037 %, resultando viable para este trabajo.

CONCLUSIONES

- En base a los 30 artículos científicos, se realizó un mapeo sistemático y se aplicó el programa AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) para seleccionar la metodología más adecuada. El mapeo sistemático permitió identificar las metodologías más relevantes y efectivas en la literatura actual, mientras que el AHP facilitó la evaluación comparativa de estas metodologías, considerando múltiples criterios de decisión. Esta combinación de técnicas aseguró una selección fundamentada y precisa, alineando las necesidades específicas de la empresa con las mejores prácticas reconocidas a nivel global en la gestión de inventarios.

- Mediante el procedimiento metodológico, se elaboraron diferentes fases que permitieron establecer un diagnóstico situacional de la empresa, presentando la confiabilidad y validez, mediante alfa de Cronbach tiene un valor de 0,724. El marco metodológico del estudio se basó en la clasificación ABC para segmentar los materiales en categorías A, B y C, identificando los artículos más críticos y de mayor valor en términos de rotación de existencias. Posteriormente, el método PEPS se propuso como plan para la gestión de los materiales de la categoría A, asegurando que los primeros artículos en ingresar al inventario sean los primeros en ser utilizados, lo cual optimiza la rotación y minimiza el deterioro y obsolescencia de los materiales.

- Luego de la clasificación ABC se identificaron 80 artículos de los cuales, la clasificación A (20 artículos) representando el 74,64% del inventario; B (22 artículos) con un 20,73% del inventario total; C (38 artículos) generando un 4,64 % de artículos del inventario total. La propuesta del método PEPS para los materiales de la categoría A permitió tener una visión sobre una rotación más rápida y precisa, en el que se pueden reducir los costos asociados al almacenamiento y aumentando la disponibilidad de materiales críticos. Además, la clasificación ABC facilitó una mejor priorización y control de inventarios midiendo el índice de rotación de cada uno de los materiales, optimizando los recursos y mejorando la toma de decisiones estratégicas. En conjunto, estas metodologías contribuyeron a una gestión de inventarios más eficaz, adaptada a las necesidades específicas de la empresa de servicios, y evidenciaron una notable mejora en la operatividad y eficiencia general. Los resultados mostraron un incremento del 12,037% en la comparación del índice rotacional actual (665) con el índice rotacional propuesto (756), lo que se traduce como una mejora significativa para la empresa de llegar a implementarse.

RECOMENDACIONES

- La utilización de otros métodos de análisis de la literatura puede resultar conveniente; de esta forma se tendrá mayor confiabilidad, y, por ende, una cantidad más amplia de investigaciones.
- En base a las conclusiones obtenidas, se recomienda la implementación de un sistema de gestión de inventarios robusto y dinámico que incorpore tanto la clasificación ABC como el método PEPS de manera integrada. Para los materiales de la categoría A, es vital establecer un riguroso control de entradas y salidas, asegurando que los materiales más antiguos sean los primeros en utilizarse. Esto no solo optimiza la rotación, sino que también minimiza el riesgo de obsolescencia y deterioro. La empresa debería invertir en sistemas automatizados de seguimiento de inventarios, que permitan una visibilidad en tiempo real y una gestión proactiva. La capacitación continua del personal en estas metodologías es esencial para mantener un alto nivel de competencia y adaptación a los procesos establecidos.
- Finalmente, se recomienda expandir el uso de la clasificación ABC y el método PEPS a todas las áreas de la empresa donde se gestionen materiales o recursos, no limitándose únicamente a los inventarios físicos. Por ejemplo, la gestión de insumos y herramientas para servicios técnicos puede beneficiarse significativamente de estas metodologías. Así mismo, la empresa debería considerar la integración de tecnologías avanzadas, como un software de inventarios para mejorar la precisión y la eficiencia del sistema de gestión de inventarios. Estas tecnologías pueden proporcionar datos en tiempo real y análisis predictivos, facilitando una toma de decisiones más informada y proactiva.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Aguilar, A., Bellido, J., Quiroz, J. C., & S, N. (2023). A Proposed Model for Inventory Management to Minimize the Rate of Raw Materials Tied up of Textile Industry with Lean Engineering Tools. *International Journal of Mechanical Engineering*, 10(8), 11–20. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I8P102>
- Alburqueque, V., Saldaña, C., Miñan, G., & Valderrama, M. (2022). Inventory management to reduce logistics costs in industrial sector companies. A systematic review of the literature during 2012-2022. *Proceedings of the 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022)*. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.171>
- Asana, I. M. D. P., Radhitya, M. L., Widiartha, K. K., Santika, P. P., & Wiguna, I. K. A. G. (2020). Inventory control using ABC and min-max analysis on retail management information system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1), 012097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012097>
- Aveiga, G., Ramírez, D., Ugando, M., & Villalón, A. (2022). Implementación de un sistema de gestión y control de inventarios en la empresa diprovet S.A. en Santo Domingo de Los Tsáchilas. *South Florida Journal of Development*, 3(2), 2239–2256. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n2-051>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (Javier Enrique Callejas, Ed.; 3a. ed.). Grupo Editorial Patria.
- Bellido, R., Parihuaman, L., Aparicio, V., & Nunura, C. (2021). Modelo De Optimización De Gestión De Inventarios Basado En Las Metodologías 5S Y DDMRP En Pymes Comerciales. *Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development” “Leveraging Emerging Technologies to Construct the Future,”* 1–7. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.499>

- Caiza, E., Mena, M., & Acosta, D. (2022). Estudio de factores incidentes sobre la gestión de inventarios-caso Pyme-Cibersegura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 5789–5807. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.5055
- Calderón, A. E., Zuñiga, A. J., Naval, E., & Vásquez, S. A. (2022). Propuesta de mejora de control de inventarios para la empresa Ferconor SAC. *Revista Visión Contable*, 25, 65–96. <https://doi.org/10.24142/rvc.n25a4>
- Camacho, A., Ríos, J., Mojica, J., & Millán, R. (2020). Importancia de la gestión de inventarios en empresa de Manufactura. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(2), 1–6. <https://doi.org/2711-3280>.
- Castro, J., & Salas, C. (2022). Gestión de las mercancías desde una perspectiva de los inventarios en prendas de vestir. *Revista Científica Ecociencia*, 9(2), 77–98. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.92.650>
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción* (P. Guerrero, Ed.; Primera). Pearson Educación.
- Ching, P., Mutuc, J., & Jose, J. (2019). Assessment of the Quality and Sustainability Implications of FIFO and LIFO Inventory Policies through System Dynamics. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(5), 69–81. <https://doi.org/10.25046/aj040509>
- Chołodowicz, E., & Orłowski, P. (2022). Control of perishable inventory system with uncertain perishability process using neural networks and robust multicriteria optimization. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences*, 141182–141182. <https://doi.org/10.24425/bpasts.2022.141182>
- Cordero, D., Vásquez, M., & Navarro, C. (2021). Mapeo sistemático de la literatura de políticas docentes de educación básica de la Reforma Educativa. *Diálogos Sobre Educación*, 3(24).
- Corella, L., & Olea, J. (2023). Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. *Ingeniería*

Investigación y Tecnología, 24(1), 1–10.
<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.006>

Corona, C., & Montoya, M. (2018). Mapeo sistemático de la literatura sobre evaluación docente (2013-2017). *Educação e Pesquisa*, 44(0).
<https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844185677>

Corzo, C., Flores, N., & Román, I. (2022). El estado del arte, ¿Necesidad o necesidad? *Revista de Ciencias Humanas y Sociales. Opción*, 29, 1–19.

Dagnino, J. (2014). Análisis de Varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43, 306–310. <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>

De la Fuente, L. (2017). Gestión efectiva del producto: stock y rotación. *MediformPlus*, 31(6), 1–3.

Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología* (H. Rivera & F. Hernández, Eds.; Primera). Pearson. Educación.

Flores, X., Cota, Y., & Loredo, R. (2023). Redistribución de inventario con base en clasificación ABC para mejorar el flujo de materiales en una empresa productora de alimentos en Sinaloa, México. *Ingeniería Industrial*, 44, 65–80. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n44.6244>

Fundación Iberoamericana de altos estudios profesionales. FIAEP. (2014). *Control y manejo de inventario y almacén*.

Gioia, D., Felizardo, L., & Brandimarte, P. (2023). Simulation-based inventory management of perishable products via linear discrete choice models. *Computers & Operations Research*, 157, 106270. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106270>

Guzmán, M., Reyes, S., & Chan, R. (2021). Control eficiente de inventarios. *RECIAMUC*, 5(2).

Hernández, C., Villagrana, R., Cruz, K., & Caamal, A. (2023). Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera. 593

Digital Publisher CEIT, 8(1–1), 317–327.
<https://doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1640>

INEC. (2023). *Registro Estadístico de Empresas 2022. Principales resultados*.

Izar, J., Ynzunza, C., & Guarneros, O. (2016). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario. *Contaduría y Administración*, 61(3), 499–513.
<https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.11.008>

Juárez, K., Licon, J., & Serrano, A. (2023). Aplicación de herramientas de gestión de calidad en una empresa de cárnicos. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 11(Especial3), 157–166.
<https://doi.org/10.29057/icbi.v11iEspecial3.11513>

La Febre, M., & Rivera, C. (2022). Análisis del control interno inventarios y su impacto en los productos terminados en la empresa Joyce Perez e hijos s.a., año 2022. *Polo Del Conocimiento*, 8(8), 1–21.

López, B., & Galarreta, G. (2018). Gestión de inventarios para reducir los costos del almacén de Manpower Perú E.I.R.L. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 4(1), 15–28. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v4i1.2058>

López, S., Chung, P., & Ramírez, M. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(66), 315–358.
<https://doi.org/10.22136/est20211583>

Lukinskiy, V., Lukinskiy, V., & Sokolov, B. (2020). Control of inventory dynamics: A survey of special cases for products with low demand. *Annual Reviews in Control*, 49, 306–320.
<https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.04.005>

Luna, K., Guanin, J., & Cordero, G. (2019). Aplicación de un proceso analítico jerárquico (AHP) para mejorar la gestión de inventarios en cadenas de abastecimientos. *Ecuadorian Science Journal*, 3(2), 25–32.
<https://doi.org/10.46480/esj.3.2.31>

- Macías, G., & Zambrano, M. (2022). Control de inventario y su efecto en la rentabilidad de Sociedad Civil de Hecho Denominado Grupo Usocovich, 2020. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(3), 256–266. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3.1110>
- Macías, R., León, A., & Limón, C. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana. *Revista Academia y Negocios*, 4, 83–94.
- Manosalvas, L., Baque, L., & Peñafiel, G. (2020). Estrategia de control interno para el área de inventarios en la empresa Ferricortez Comercializadora de productos ferreteros en el cantón Santo Domingo. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 288–293.
- Mendoza, J. (2018). Alfa de Cronbach - Psicometría con R. *Pubs.* https://rpubs.com/jboscomendoza/alfa_cronbach_r
- Mieles, K., & Moreira, T. (2020). Análisis de la rotación de mercancías y su incidencia en los costos de almacenamiento en la empresa K'Centro Pica. *MT5 Ciencias, Tecnología y Desarrollo Industrial (ISTT – ISTC)*, 1–10. <https://www.redisd.org/index.php/es/resumen-recibidos-mt5/1025-analisis-de-la-rotacion-de-mercancias-y-su-incidencia-en-los-costos-de-almacenamiento-en-la-empresa-k-centro-pica>
- Ortiz, G., Constantine, J., Martillo, O., & Silva, R. (2024). Las PYMES en el Ecuador y su participación en el PIB. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(2), 736–743. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.2.2273>
- Pazmiño, M., Narváez, C. I., & Erazo, J. C. (2020). Herramientas para el control de inventarios inteligentes en la industria del calzado de la provincia de Tungurahua. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 5(1), 758–780. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.318>
- Pérez, C., & Romero, L. F. (2022). Implementation of an inventory management system to improve the material flow of expanded polystyrene (EPS) products. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for*

Engineering, Education and Technology, 2022-July.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.554>

- Pico, S., & Burgos, G. (2022). Sistema de gestión de calidad bajo Normas ISO 9001-2015 para procesos vinculación del ITSUP. *Revista Científica Sinapsis*, 2(21), 1–17. <https://doi.org/10.37117/s.v2i21.665>
- Piroló, J., & Zacarías, J. (2017). Diseño de una Metodología de Diagnóstico de Procesos de las PYMES. *Tekhné. Revista de La Facultad de Ingeniería*, 20(3), 18–27. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/3497/3006>
- Pizzan, N. del P., Rosales, C., & Cris, C. (2022). Control de inventario y rentabilidad en una empresa ferretera de Manantay - Perú. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(1), 649–666. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i1.246>
- Rodríguez, A., Sabogal, T., & Fuentes, E. (2021). Sistema de gestión de inventarios para compañías de hardware-Caso de Estudio. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 16(8), 27–36. <https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n16.a99>
- Rodríguez, M., Poblano, E., Alvarado, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.960>
- Rodríguez, S., Viacava, G., & Del Carpio, C. (2020). Planificación y Gestión de Inventarios en la cadena de Suministro del sector Post Venta Automotriz. *Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.178>
- Romero, H., Real, J., Ordóñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2021). *Metodología de la investigación* (E. Lascano, Ed.; 1st ed.). Ecidumbre.

- Romero, S., Sáenz, S., & Pacheco, A. (2021). La Gestión de inventarios en las PYMES del sector de la construcción. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 1495–1518. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3124>
- Salas, F., & Lara, S. (2020). Mapeo sistemático de la literatura sobre la eficacia colectiva docente. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 34(2), 11–36.
- Samaniego, H. (2020). Un modelo para el control de inventarios utilizando dinámica de sistemas. *Estudios de La Gestión. Revista Internacional de Administración*, 6, 134–154. <https://doi.org/10.32719/25506641.2019.6.6>
- Sánchez, N., & Martínez, J. (2021). Control y stock de inventarios. Un estudio de empresas ferreteras de Maracaibo. *Revista Ciencia y Tecnología*, 30, 1–13. <https://orcid.org/0000-0002-8120-3285>
- Solórzano, M., & Mendoza, C. (2022). El control de inventarios y su impacto en la liquidez de la distribuidora “Miguel Sebastián” Manabí-Ecuador 2019-2020. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(3), 158–169. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3.1102>
- Tejada, A., Prado, M., Cárdenas, A., Janampa, G., Janampa, N., & Grijalva, R. (2022). *Gestión de Stock y mejora continua* (Grupo Compás, Ed.).
- Tristán, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances En Medición*, 6, 37–48.
- Trujillo, J. (2020). Sistema para el control de inventarios en la empresa “Inversiones Novillo de Oro S.A.S.” *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 7(14), 105–116. <https://doi.org/10.21017/rimci.2020.v7.n14.a87>
- Ugando, M., Parrales, B., & Bustos, D. (2022). Modelo de gestión de inventarios a través de mínimos y máximos en la empresa comercial “Muebles Chabelita.” *ECA Sinergia*, 13(2), 83–94. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v13i2.3759

- Vélez, S. M., & Pazmiño, S. A. (2022). Importancia de los sistemas de inventarios en las organizaciones a través de una revisión bibliográfica. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), 342–357. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.163>
- Zapata, J. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*.
- Zárate, B., Carbajal, C., Contreras, Y., & Victoria, R. (2019). *Metodología de la investigación* (1st ed.). Universidad de San Martín de Porres.

ANEXOS

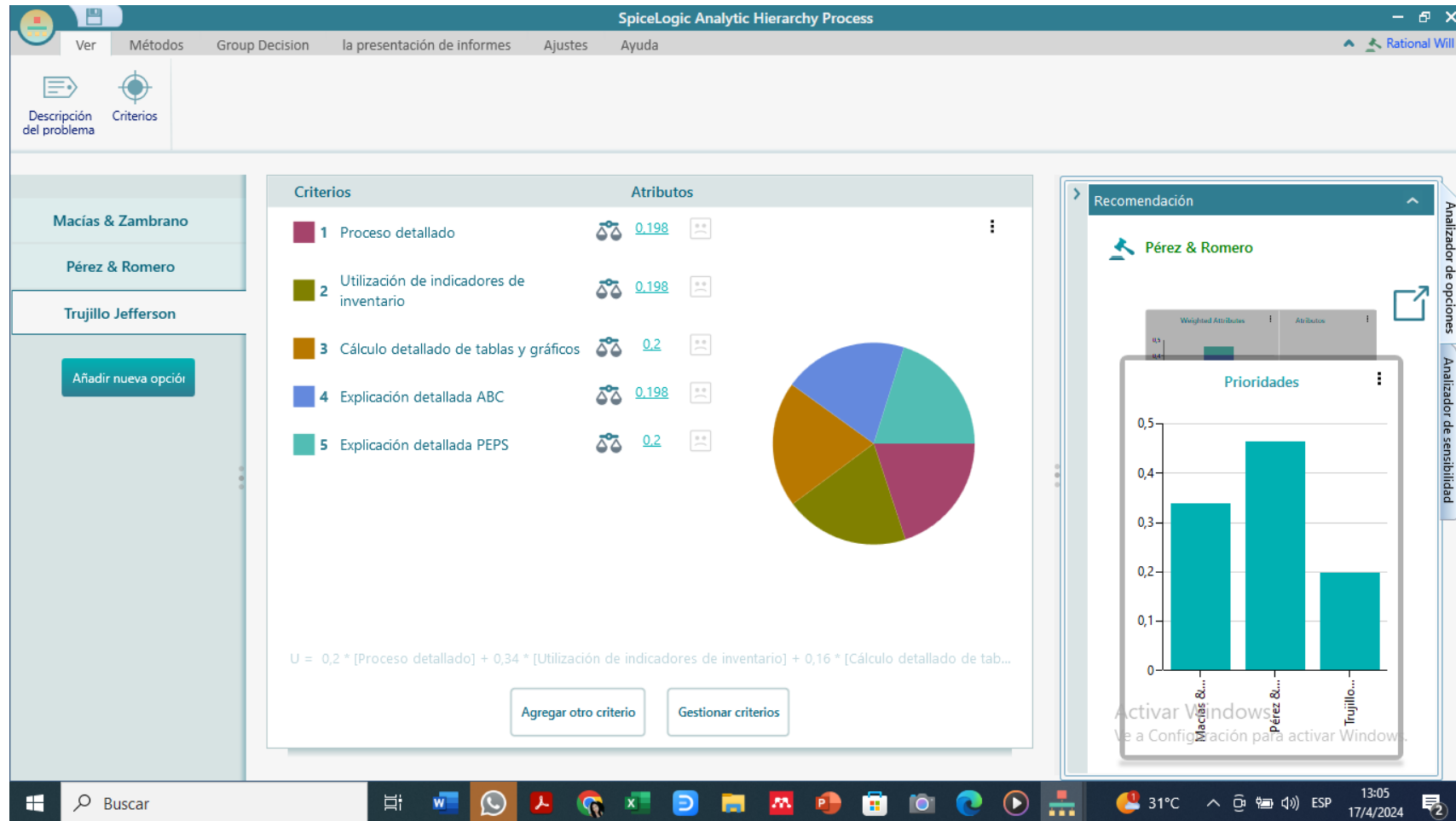
Anexo A. Herramientas más relevantes utilizadas en el estado del arte.

METODOLOGÍA																			
HERRAMIENTAS LEAN						MODELO DE INVENTARIOS											HERRAMIENTAS DE CALIDAD		
AUTOR	7S	Poka Yoke	Just in time	Kanban	5S	Kardex	ABC	Min-Max	FIFO (PEPS)	LIFO	ERP	SLP	CEP	Promedio ponderado	Indicadores	MRP	Ishikawa	Pareto	Dinámica de sistemas
1	*	*				*													
2							*	*											
3			*				*												
4									*	*									
5								*	*										
6							*												
7									*	*									
8							*		*										
9									*										
10						*			*									*	
11							*				*								
12							*		*			*							
13													*					*	
14			*																
15						*													
16							*		*					*					
17									*										
18														*					
19															*				
20															*				
21													*						
22																			
23							*								*				
24							*										*		
25															*				
26				*			*												
27																			*
28					*												*	*	
29					*														
30					*											*			
	1	1	2	1	3	3	10	2	9	2	1	1	2	2	4	1	3	1	1
	2%	2%	4%	2%	6%	6%	20%	4%	18%	4%	2%	2%	4%	4%	8%	2%	6%	2%	2%

Anexo B. Técnicas e instrumentos más relevantes.

AUTOR	TÉCNICAS					INSTRUMENTOS				
	Simulación	Revisión bibliográfica	Observación	Entrevista	Encuesta	Check list	Cuestionario	Guía de entrevista	Fichas de registro	Guía análisis documental
1	*									
2										
3		*							*	
4	*									
5	*		*							
6	*					*				
7			*	*						
8			*	*		*	*			
9					*	*	*			
10				*	*			*		
11	*		*				*	*		
12					*					
13			*	*						
14			*	*						
15		*								
16					*	*	*			
17		*						*	*	
18			*	*	*				*	
19		*							*	
20						*	*	*		
21									*	
22										
23									*	
24						*				
25		*								*
26										
27				*			*			
28				*			*			
29	*					*				*
30										
	6	5	7	8	5	7	7	4	5	2
	19%	16%	23%	26%	16%	23%	23%	13%	16%	6%

Anexo C. Vista del software Spice Logic Analytic Hierarchy Process (AHP)



Anexo D. Comparación por pares de cada criterio.

Proceso detallado	Macías & Zambrano	Pérez & Romero	Trujillo Jefferson	Prioridades
0,200642102995044				
Macías & Zambrano	1	0,5	2	0,311904762
Pérez & Romero	2	1	2	0,49047619
Trujillo Jefferson	0,5	0,5	1	0,197619048

Utilización de indicadores de inventario	Macías & Zambrano	Pérez & Romero	Trujillo Jefferson	Prioridades
0,335936220642103				
Macías & Zambrano	1	0,5	2	0,311904762
Pérez & Romero	2	1	2	0,49047619
Trujillo Jefferson	0,5	0,5	1	0,197619048

Cálculo detallado de tablas y gráficos	Macías & Zambrano	Pérez & Romero	Trujillo Jefferson	Prioridades
0,160818789054083				
Macías & Zambrano	1	1	2	0,4
Pérez & Romero	1	1	2	0,4
Trujillo Jefferson	0,5	0,5	1	0,2


Explicación detallada ABC	Macías & Zambrano	Pérez & Romero	Trujillo Jefferson	Prioridades
0,164634776987718				
Macías & Zambrano	1	0,5	2	0,311904762
Pérez & Romero	2	1	2	0,49047619
Trujillo Jefferson	0,5	0,5	1	0,197619048

Explicación detallada PEPS	Macías & Zambrano	Pérez & Romero	Trujillo Jefferson	Prioridades
0,137968110321051				
Macías & Zambrano	1	1	2	0,4
Pérez & Romero	1	1	2	0,4
Trujillo Jefferson	0,5	0,5	1	0,2


Anexo E. Resultados de comparación de pares (alternativas y criterios).



Anexo F. Check list de recolección de datos.




UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



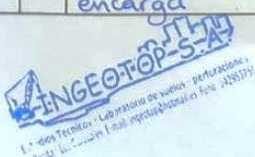
Check list elaborado para recolectar datos para el Trabajo de titulación "Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para medir el índice rotacional de existencias de la empresa Ingeotop S.A"

Objetivo: Establecer una percepción del sistema de gestión de inventario actual de la empresa.

ÍTEM	PROCESO	DESCRIPCIÓN	SI	NO	S/N	DESCRIPCIÓN HALLAZGO
1	ALMACÉN	EXISTE UNA POLÍTICA DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA		X		
2		EXISTEN PROCEDIMIENTOS DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN EL ALMACÉN		X		
3		REALIZA REGISTRO DE ENTRADAS Y SALIDA DE LOS PRODUCTOS DEL ALMACÉN	X			Solo forma verbal y facturas.
4		EXISTE UNA ADECUADA DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS		X		Se acomodan los productos aleatoriamente
5		LOS PRODUCTOS SE ENCUENTRAN DEBIDAMENTE CODIFICADOS Y SEÑALIZADOS PARA UNA FÁCIL IDENTIFICACIÓN		X		La última actualización fue en el año 2019
6		LOS PRODUCTOS ALMACENADOS MANEJAN UN FORMATO PARA SU MONITOREO		X		Solo las productos / materiales en oficina
7		REALIZA INVENTARIOS PERIÓDICOS PARA EL CONTROL O MONITOREO DE LOS PRODUCTOS		X		Ultimo inventario realizado en 2017.
8		EL ALMACÉN CUENTA CON PROCESOS O PROCEDIMIENTOS CLAROS PARA EL MANEJO DE LOS INVENTARIOS		X		No tiene definido
9	ENTRADA	EXISTE UN MODELO O MÉTODO PARA REALIZAR LOS PROCESOS DE ENTRADA DE PRODUCTOS		X		Solo verbalmente se notifica o con facturas
10		LA REPOSICIÓN DE LOS PRODUCTOS SE HACE EN FUNCIÓN DE LA ROTACIÓN DE INVENTARIOS		X		En función de la localización, si no se encuentra, se repone.
11		LOS PRODUCTOS OBSOLETOS SON GESTIONADOS OPORTUNAMENTE ANTE LOS PROVEEDORES		X		Se deja en bodega.
12	SALIDA	LOS PRODUCTOS SON VERIFICADOS EN CANTIDAD Y REFERENCIA ANTES DE SALIR DE LA EMPRESA		X		No se verifica
13		SE LLEVA LOS REGISTRO DE ENTREGA DE LOS PRODUCTOS		X		Verbalmente.
14	SERVICIO	REALIZA REGISTRO DE LOS PRODUCTOS AGOTADOS O NO EXISTENTES EN LA EMPRESA		X		Verbalmente al propietario.
15		REALIZA SOLICITUD DE LOS PRODUCTOS AGOTADOS		X		El propietario se encarga directamente
16	RECURSO HUMANO	EL PERSONAL RECIBE CAPACITACIÓN EN EL MANEJO DE INVENTARIOS		X		Nunca han recibido capacitación.
17		CONOCE EL PERSONAL LOS FORMATOS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LOS INVENTARIOS		X		El personal no se encarga



Ing Juan Humanante Cabrera Phd.





UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Instrumento: Encuesta de recolección de datos para el trabajo de titulación "Propuesta de un sistema de gestión para medir el índice rotacional de existencias en la empresa Ingeotop S.A, Santa Elena, Ecuador"; con fines académicos.

OBJETIVO: Establecer una comprensión entre el personal de la empresa, incluyendo a los residentes, almacenistas y encargados del área, sobre los problemas que surgen debido a la carencia de un sistema de inventario eficiente.

Instrucciones:

- Lea detenidamente las preguntas antes de contestar.
- Marque en el recuadro la respuesta según su criterio.

1. ¿La empresa registra el número de utilización de materiales en un periodo específico, como mensual o anual?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
2. ¿Se calcula el tiempo promedio que los materiales permanecen en el almacén antes de ser utilizados o vendidos?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
3. ¿La empresa mantiene registros de la cantidad de materiales que se vuelven obsoletos sin ser utilizados?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
4. ¿Se calcula la proporción de materiales utilizados en relación con la cantidad total disponible en inventario?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
5. ¿La empresa calcula los costos asociados al almacenamiento de materiales, incluyendo espacio, mano de obra y equipos?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
6. ¿Se analiza la frecuencia con la que se utilizan diferentes categorías de materiales en las operaciones de la empresa?
a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca

7. ¿La empresa mantiene registros del nivel promedio de inventario en un periodo determinado?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
8. ¿La empresa realiza conteos físicos regulares para comparar con los registros de inventario y determinar la precisión?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
9. ¿Se monitorea la frecuencia con la que la empresa se queda sin inventario disponible para satisfacer la demanda de los clientes?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
10. ¿Se registra el porcentaje de inventario que se deteriora o se daña durante el almacenamiento?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
11. ¿Existe un responsable designado para la gestión y control de inventarios en la empresa?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca
12. ¿La empresa utiliza un sistema de gestión de inventarios automatizado?
- a) Siempre b) Casi siempre c) A veces d) Casi nunca e) Nunca

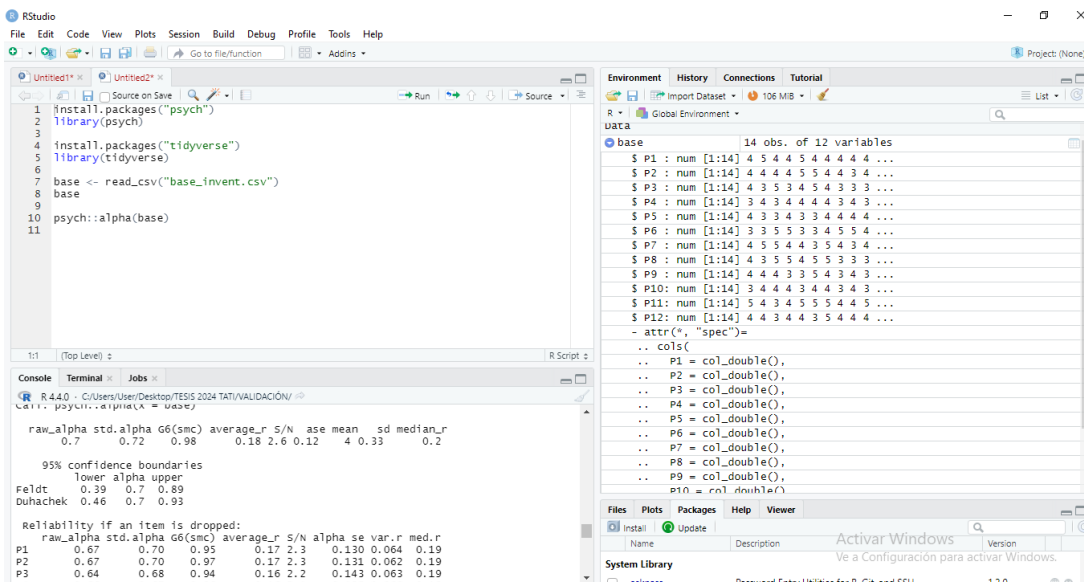
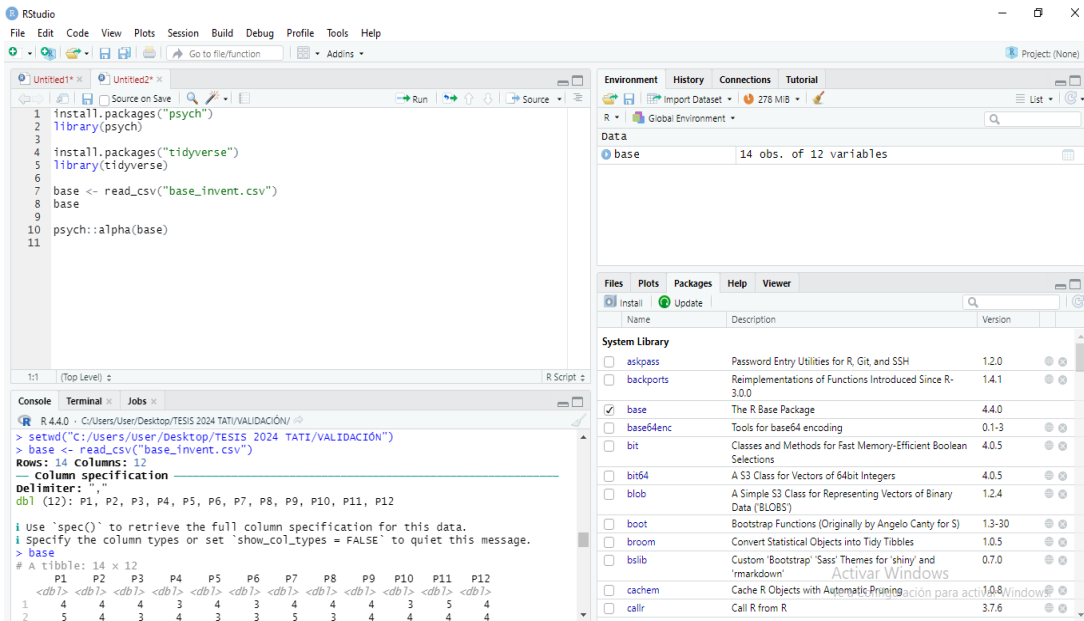
Gracias.

Nombres y Apellidos			
Identificación		Teléfono/Celular	
Años de experiencia		Firma	
Cargo		Lugar y fecha	

Anexo H. Validación del cuestionario por el método Lawshe.

INDICADORES	PREGUNTAS	JUECES					CVR	CVR*	CONCLUSIÓN
		1	2	3	4	5			
CLARIDAD	1	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	2	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	3	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	4	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	5	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	6	1	1	1	0	1	0,6	0,8	Se incluye
	7	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	8	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	9	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	10	1	1	1	0	1	0,6	0,8	Se incluye
	11	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	12	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
SUFICIENCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	2	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	3	1	1	0	1	1	0,6	0,8	Se incluye
	4	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	5	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	6	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	7	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	8	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	9	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	10	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	11	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	12	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
ORGANIZACIÓN	1	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	2	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	3	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	4	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	5	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	6	1	0	1	1	1	0,6	0,8	Se incluye
	7	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	8	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	9	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	10	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	11	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
	12	1	1	1	1	1	1	1	Se incluye
TOTAL						34,4	35,2		

Anexo I. Vista de codificación en RStudio.



Anexo J. Cálculos del análisis de varianza ANOVA en Excel.

Autoguardado
encuesta_inv
Buscar
Yagual, Joselyn

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda
Comentarios
Compartir

Portapapeles

Fuente: Times New Roman, 11, A, A, N, K, S, Fuente, Alineación, Número, Estilos

Formato condicional, Dar formato como tabla, Estilos de celda

Celdas: Insertar, Eliminar, Formato

Edición: Ordenar y filtrar, Buscar y seleccionar

Complementos: Complementos, Analizar datos

X30

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
2		M	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12																
3	1	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	5	4																	
4	2	5	4	3	4	2	3	5	3	4	4	4	4																	
5	3	4	4	5	3	3	5	5	5	4	4	3	3																	
6	4	4	4	3	4	4	5	4	5	3	4	4	4																	
7	5	5	4	4	3	3	4	4	3	3	5	4	4																	
8	6	4	5	5	4	3	3	3	5	5	4	5	3																	
9	7	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5																	
10	8	4	4	3	3	3	4	5	4	3	3	4	4																	
11	9	4	3	3	4	4	5	3	3	4	4	4	4																	
12	10	4	4	2	3	4	4	4	3	3	3	5	4																	
13	11	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5																	
14	12	3	3	3	3	5	3	3	3	4	5	4	4																	
15	13	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4																	
16	14	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5																	
17	15	SUMA (R1)	59	58	53	51	53	59	57	55	54	52	64	57																
18	16	MEDIA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4																
19	17	SUMA TOTAL (R)	672																											
20	18	T0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14																	
21	19	N	168																											
22	20	SCTrat	10,857																											
23	21	SCtotal	86																											
24	22	SCerror	75,143																											

H₀: La implementación del nuevo sistema de gestión de inventarios no mejora significativamente el índice rotacional de existencias en la empresa Inqueatp S.A.

H₁: La implementación del nuevo sistema de gestión de inventarios mejora significativamente el índice rotacional de existencias en la empresa Inqueatp S.A.

INDICADORES DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)				
FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE MEDIOS	F
Entre las muestras	k - 1	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k-1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{k-1}$
Dentro de las muestras	n - k	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) s_i^2$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{n-1}$	
Total	n - 1	$SC_{total} = SC_{Error} + SC_{Trat}$	$\sigma = \frac{SS(total)}{n-1}$	

TABLA ANOVA	FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE MEDIOS	F
	ENTRE LAS MUESTRAS	11	10,857	0,987	2,04982996
	DENTRO DE LAS MUESTRAS	156	75,143	0,482	
	TOTAL	167	86		

(VALOR CRÍTICO)				
Fteórico	1,850484655			
Pvalor	0,027233227			

Decisión: Puesto que $F > Ft$ ($2.04 > 1.85$) se considera la H_1

Anexo K. Clasificación ABC

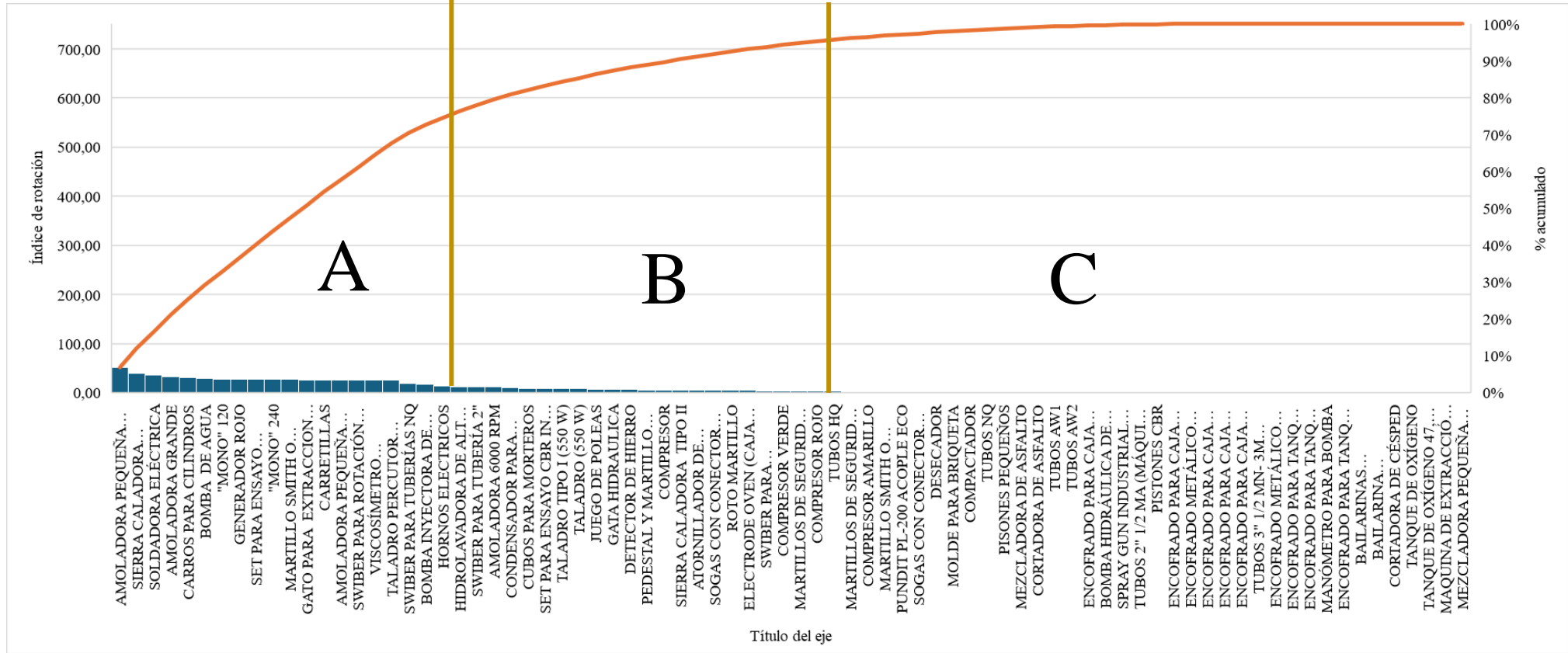
N°	EQUIPO	P.U	ROTACIÓN POR MES			ROT TOTAL	%	% ACUM	CLASIFICACIÓN	%ABC
			M1	M2	M3					
1	CARROS PARA CILINDROS	\$ 51,30	120	88	78	286	8,62%	8,62%	A	80,92%
2	CARRETILLAS	\$ 40,71	34	70	52	156	4,70%	13,32%	A	
3	AMOLADORA PEQUEÑA (ESMERILADORA ANGULAR) 11000RPM	\$ 52,26	43	56	56	155	4,67%	17,99%	A	
4	TUBOS HQ	\$ 100,00	34	24	66	124	3,74%	21,73%	A	
5	SIERRA CALADORA ORBITAL	\$ 112,75	30	75	12	117	3,53%	25,26%	A	
6	SOLDADORA ELÉCTRICA	\$ 287,96	45	29	32	106	3,19%	28,45%	A	
7	AMOLADORA 6000 RPM	\$ 220,00	9	38	55	102	3,07%	31,53%	A	
8	AMOLADORA GRANDE	\$ 220,00	15	50	33	98	2,95%	34,48%	A	
9	TUBOS NQ	\$ 300,00	24	31	33	88	2,65%	37,13%	A	
10	BOMBA DE AGUA	\$ 310,50	60	18	8	86	2,59%	39,72%	A	
11	HORNOS ELECTRICOS	\$ 319,99	33	25	28	86	2,59%	42,31%	A	
12	"MONO" 120	\$ 325,00	46	30	8	84	2,53%	44,85%	A	
13	GENERADOR ROJO	\$ 430,00	60	20	3	83	2,50%	47,35%	A	
14	SET PARA ENSAYO PROCTOR	\$ 800,00	27	31	24	82	2,47%	49,82%	A	
15	"MONO" 240	\$ 35,00	22	35	24	81	2,44%	52,26%	A	
16	MARTILLO SMITH O REBOTE (ANÁLOGO)	\$ 838,69	19	31	31	81	2,44%	54,70%	A	
17	GATO PARA EXTRACCION DE BRIQUETAS	\$ 857,00	26	32	22	80	2,41%	57,11%	A	
18	SET PARA ENSAYO CBR IN SITU	\$ 1.300,00	21	26	31	78	2,35%	59,46%	A	
19	AMOLADORA PEQUEÑA BLACK & DECKER	\$ 38,12	31	25	20	76	2,29%	61,75%	A	

20	HIDROLAVADORA DE ALTA POTENCIA 2100W	\$ 179,99	25	19	32	76	2,29%	64,04%	A	
21	SWIBER PARA ROTACIÓN AW	\$ 225,00	19	32	25	76	2,29%	66,34%	A	
22	VISCOSÍMETRO CINEMÁTICO	\$ 1.788,00	21	34	21	76	2,29%	68,63%	A	
23	TALADRO PERCUTOR ATORNILLADOR INALÁMBRICO DE 1/2"	\$ 139,99	46	17	12	75	2,26%	70,89%	A	
24	SWIBER PARA TUBERÍA 2"	\$ 225,00	34	28	13	75	2,26%	73,15%	A	
25	TUBOS AW2	\$ 4.600,00	60	11	2	73	2,20%	75,35%	A	
26	TUBOS AW1	\$ 5.235,00	25	28	20	73	2,20%	77,55%	A	
27	SWIBER PARA TUBERÍAS NQ	\$ 225,00	17	34	6	57	1,72%	79,26%	A	
28	MOLDE PARA BRIQUETA	\$ 1.900,00	14	8	33	55	1,66%	80,92%	A	
29	BOMBA INYECTORA DE GRASA	\$ 130,85	22	15	17	54	1,63%	82,55%	B	14,86%
30	JUEGO DE POLEAS	\$ 50,00	15	19	8	42	1,27%	83,82%	B	
31	PISTONES CBR	\$ 1.800,00	18	3	14	35	1,05%	84,87%	B	
32	ATORNILLADOR DE IMPACTO DE 6,35 mm (1,4") TIPO I	\$ 235,00	13	9	11	33	0,99%	85,86%	B	
33	CONDENSADOR PARA ASFALTO	\$ 225,00	9	15	7	31	0,93%	86,80%	B	
34	TUBOS 2" 1/2 MA (MÁQUINA AMARILLA)	\$ 67,73	8	12	7	27	0,81%	87,61%	B	
35	CUBOS PARA MORTEROS	\$ 109,00	12	6	9	27	0,81%	88,43%	B	
36	SWIBER PARA PERFORACIÓN SPT	\$ 210,50	7	7	12	26	0,78%	89,21%	B	
37	MARTILLOS DE SEGURIDAD 250 LB	\$ 680,00	12	8	5	25	0,75%	89,96%	B	
38	TALADRO TIPO I (550 W)	\$ 48,62	10	5	9	24	0,72%	90,69%	B	
39	TALADRO (550 W)	\$ 48,62	8	12	4	24	0,72%	91,41%	B	
40	GATA HIDRAULICA	\$ 100,00	5	7	9	21	0,63%	92,04%	B	
41	DETECTOR DE HIERRO	\$ 879,95	12	5	4	21	0,63%	92,68%	B	
42	DESECADOR	\$ 233,00	4	6	9	19	0,57%	93,25%	B	
43	PEDESTAL Y MARTILLO PARA MARSHALL	\$ 2.560,00	5	4	9	18	0,54%	93,79%	B	

44	COMPRESOR	\$ 61,99	3	6	8	17	0,51%	94,30%	B	
45	SIERRA CALADORA TIPO II	\$ 69,73	4	8	5	17	0,51%	94,82%	B	
46	SOGAS CON CONECTOR PEQUEÑO	\$ 10,00	10	6	0	16	0,48%	95,30%	B	
47	MARTILLOS DE SEGURIDAD 120 LB	\$ 680,00	5	7	4	16	0,48%	95,78%	C	
48	PISONES PEQUEÑOS	\$ 182,00	2	6	7	15	0,45%	96,23%	C	4,22%
49	ROTO MARTILLO	\$ 252,00	9	5	0	14	0,42%	96,65%	C	
50	ELECTRODE OVEN (CAJA PORTAELECTRODOS)	\$ 330,39	0	11	3	14	0,42%	97,08%	C	
51	SOGAS CON CONECTOR GRANDE	\$ 11,09	5	6	2	13	0,39%	97,47%	C	
52	COMPRESOR VERDE	\$ 119,99	2	7	4	13	0,39%	97,86%	C	
53	COMPRESOR ROJO	\$ 119,99	3	3	6	12	0,36%	98,22%	C	
54	COMPRESOR AMARILLO	\$ 119,99	3	4	1	8	0,24%	98,46%	C	
55	MARTILLO SMITH O REBOTE (DIGITAL)	\$ 1.600,00	2	4	1	7	0,21%	98,67%	C	
56	PUNDIT PL-200 ACOPLE ECO	\$ 2.125,00	2	4	1	7	0,21%	98,88%	C	
57	COMPACTADOR	\$ 1.250,00	0	1	5	6	0,18%	99,07%	C	
58	MEZCLADORA DE ASFALTO	\$ 450,00	0	0	5	5	0,15%	99,22%	C	
59	CORTADORA DE ASFALTO	\$ 1.690,00	4	1	0	5	0,15%	99,37%	C	
60	ENCOFRADO PARA CAJA DE REGISTRO (60x60x1,20)	\$ 35,00	1	1	1	3	0,09%	99,46%	C	
61	ENCOFRADO METÁLICO ANCHO 15 cm	\$ 40,00	2	0	1	3	0,09%	99,55%	C	
62	TUBOS 3" 1/2 MN- 3M (MÁQUINA NEGRA)	\$ 87,00	0	3	0	3	0,09%	99,64%	C	
63	BOMBA HIDRÁULICA DE LODO	\$ 8.250,00	0	3	0	3	0,09%	99,73%	C	
64	ENCOFRADO PARA CAJA DE REGISTRO (60x60x40)	\$ 35,00	0	2	0	2	0,06%	99,79%	C	
65	ENCOFRADO METÁLICO ANCHO 10cm	\$ 40,00	1	0	1	2	0,06%	99,85%	C	
66	SPRAY GUN INDUSTRIAL (450 W)	\$ 48,00	0	2	0	2	0,06%	99,91%	C	
67	ENCOFRADO PARA CAJA DE REGISTRO (60x60x60)	\$ 35,00	1	0	0	1	0,03%	99,94%	C	

68	ENCOFRADO PARA CAJA DE REGISTRO (60x60x70)	\$ 35,00	0	1	0	1	0,03%	99,97%	C
69	ENCOFRADO PARA CAJA DE REGISTRO (1mx1m)	\$ 60,00	0	0	1	1	0,03%	100,00%	C
70	ENCOFRADO PARA TANQUE Æ 35cm	\$ 80,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
71	ENCOFRADO PARA TANQUE Æ 45 cm	\$ 80,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
72	MANÓMETRO PARA BOMBA	\$ 90,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
73	ENCOFRADO PARA TANQUE Æ 1,40 m	\$ 120,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
74	BAILARINAS COMPACTADORA ROJA	\$ 124,99	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
75	BAILARINA COMPACTADORA TURQUESA	\$ 124,99	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
76	CORTADORA DE CÉSPED	\$ 130,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
77	TANQUE DE OXÍGENO	\$ 295,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
78	TANQUE DE OXÍGENO 47,1 KG	\$ 295,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
79	MAQUINA DE EXTRACCIÓN DE TESTIGO UNIVERSAL	\$ 2.130,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
80	MEZCLADORA PEQUEÑA PARA DISEÑOS DE HORMIGÓN	\$ 3.500,00	0	0	0	0	0,00%	100,00%	C
TOTAL		\$ 53.242,68				3318	100,00%		

Anexo L. Clasificación ABC por rotación



Anexo M. Error absoluto del pronóstico de materiales de alta rotación.

N°	EQUIPO	COSTO UNIT	M1	M2	M3	PRON1	PRON2	PRON3	MAD1	MAD2	MAD3	MAD
1	AMOLADORA PEQUEÑA (ESMERILADORA ANGULAR) 11000RPM	\$ 52,26	43	56	56	43	61	65	0	5	9	1,6667
2	SIERRA CALADORA ORBITAL	\$ 112,75	30	75	12	40	80	15	10	5	3	6,0000
3	SOLDADORA ELÉCTRICA	\$ 287,96	45	29	32	35	30	37	10	1	5	5,3333
4	AMOLADORA GRANDE	\$ 220,00	15	50	33	17	51	55	2	1	22	8,3333
5	CARROS PARA CILINDROS	\$ 51,30	120	88	78	80	89	87	40	1	9	16,6667
6	BOMBA DE AGUA	\$ 310,50	60	18	8	70	22	15	10	4	7	7,0000
7	"MONO" 120	\$ 325,00	46	30	8	50	34	32	4	4	24	10,6667
8	GENERADOR ROJO	\$ 430,00	60	20	3	62	22	20	2	2	17	7,0000
9	SET PARA ENSAYO PROCTOR	\$ 800,00	27	31	24	30	32	31	3	1	7	3,6667
10	"MONO" 240	\$ 35,00	22	35	24	25	37	38	3	2	14	6,3333
11	MARTILLO SMITH O REBOTE (ANÁLOGO)	\$ 838,69	19	31	31	19	33	35	0	2	4	2,0000
12	GATO PARA EXTRACCION DE BRIQUETAS	\$ 857,00	26	32	22	27	34	33	1	2	11	4,6667
13	CARRETILLAS	\$ 40,71	34	70	52	45	71	73	11	1	21	11,0000
14	AMOLADORA PEQUEÑA BLACK & DECKER	\$ 38,12	31	25	20	34	28	27	3	3	7	4,3333
15	SWIBER PARA ROTACIÓN AW	\$ 225,00	19	32	25	22	33	33	3	1	8	4,0000

16	VISCOSÍMETRO CINEMÁTICO	\$ 1.788,00	21	34	21	25	37	37	4	3	16	7,6667
17	TALADRO PERCUTOR ATORNILLADOR INALÁMBRICO DE 1/2"	\$ 139,99	46	17	12	46	19	19	0	2	7	3,0000
18	SWIBER PARA TUBERÍAS NQ	\$ 225,00	17	34	6	17	36	37	0	2	31	11,0000
19	BOMBA INYECTORA DE GRASA	\$ 130,85	22	15	17	21	17	17	1	2	0	1,0000
20	HORNOS ELECTRICOS	\$ 319,99	33	25	28	34	28	26	1	3	2	2,0000

Anexo N. Error cuadrático (RSE) de los materiales de alta rotación.

Nº	EQUIPO	COSTO UNIT	M1	M2	M3	PROM1	PROM2	PROM3	MAD1	MAD2	MAD3	MSE1	MSE2	MSE3	MSE
1	AMOLADORA PEQUEÑA (ESMERILADORA ANGULAR) 11000RPM	\$ 52,26	43	56	56	43	61	65	0	5	9	0	25	81	4,333
2	SIERRA CALADORA ORBITAL	\$ 112,75	30	75	12	40	80	15	10	5	3	100	25	9	44,67
3	SOLDADORA ELÉCTRICA	\$ 287,96	45	29	32	35	30	37	10	1	5	100	1	25	42
4	AMOLADORA GRANDE	\$ 220,00	15	50	33	17	51	55	2	1	22	4	1	484	163
5	CARROS PARA CILINDROS	\$ 51,30	120	88	78	80	89	87	40	1	9	1600	1	81	560,7
6	BOMBA DE AGUA	\$ 310,50	60	18	8	70	22	15	10	4	7	100	16	49	55

7	"MONO" 120	\$ 325,00	46	30	8	50	34	32	4	4	24	16	16	576	202,7
8	GENERADOR ROJO	\$ 430,00	60	20	3	62	22	20	2	2	17	4	4	289	99
9	SET PARA ENSAYO PROCTOR	\$ 800,00	27	31	24	30	32	31	3	1	7	9	1	49	19,67
10	"MONO" 240	\$ 35,00	22	35	24	25	37	38	3	2	14	9	4	196	69,67
11	MARTILLO SMITH O REBOTE (ANÁLOGO)	\$ 838,69	19	31	31	19	33	35	0	2	4	0	4	16	6,667
12	GATO PARA EXTRACCION DE BRIQUETAS	\$ 857,00	26	32	22	27	34	33	1	2	11	1	4	121	42
13	CARRETILLAS	\$ 40,71	34	70	52	45	71	73	11	1	21	121	1	441	187,7
14	AMOLADORA PEQUEÑA BLACK & DECKER	\$ 38,12	31	25	20	34	28	27	3	3	7	9	9	49	22,33
15	SWIBER PARA ROTACIÓN AW	\$ 225,00	19	32	25	22	33	33	3	1	8	9	1	64	24,67
16	VISCOSÍMETRO CINEMÁTICO	\$ 1.788,00	21	34	21	25	37	37	4	3	16	16	9	256	93,67
17	TALADRO PERCUTOR ATORNILLADOR INALÁMBRICO DE 1/2"	\$ 139,99	46	17	12	46	19	19	0	2	7	0	4	49	17,67
18	SWIBER PARA TUBERÍAS NQ	\$ 225,00	17	34	6	17	36	37	0	2	31	0	4	961	321,7
19	BOMBA INYECTORA DE GRASA	\$ 130,85	22	15	17	21	17	17	1	2	0	1	4	0	1,667
20	HORNOS ELECTRICOS	\$ 319,99	33	25	28	34	28	26	1	3	2	1	9	4	4,667

Anexo O. Error porcentual de los materiales de alta rotación.

N ^o	EQUIPO	COSTO UNIT	M 1	M 2	M 3	PRO N1	PRO N2	PRO N3	MA D	MSE	MAPE1	MAPE2	MAPE3	MAPE
1	AMOLADORA PEQUEÑA (ESMERILADORA ANGULAR) 11000RPM	\$ 52,26	43	56	56	43	61	65	1,667	4,66666667	0	8,9285714	16,0714286	25,0000000
2	SIERRA CALADORA ORBITAL	\$ 112,75	30	75	12	40	80	15	6,000	44,66666667	0,33333333	0,06666667	0,25	0,21666667
3	SOLDADORA ELÉCTRICA	\$ 287,96	45	29	32	35	30	37	5,333	42	0,22222222	0,03448276	0,15625	0,13765166
4	AMOLADORA GRANDE	\$ 220,00	15	50	33	17	51	55	8,333	163	0,13333333	0,02	0,66666667	0,27333333
5	CARROS PARA CILINDROS	\$ 51,30	120	88	78	80	89	87	16,667	560,66666667	0,33333333	0,01136364	0,11538462	0,15336053
6	BOMBA DE AGUA	\$ 310,50	60	18	88	70	22	15	7,000	55	0,16666667	0,22222222	0,875	0,4212963
7	"MONO" 120	\$ 325,00	46	30	88	50	34	32	10,667	202,66666667	0,08695652	0,13333333	3	1,07342995
8	GENERADOR ROJO	\$ 430,00	60	20	33	62	22	20	7,000	99	0,03333333	0,1	5,66666667	1,93333333
9	SET PARA ENSAYO PROCTOR	\$ 800,00	27	31	24	30	32	31	3,667	19,66666667	0,11111111	0,03225806	0,29166667	0,14501195
10	"MONO" 240	\$ 35,00	22	35	24	25	37	38	6,333	69,66666667	0,13636364	0,05714286	0,58333333	0,25894661
11	MARTILLO SMITH O REBOTE (ANÁLOGO)	\$ 838,69	19	31	31	19	33	35	2,000	6,66666667	0	0,06451613	0,12903226	0,06451613
12	GATO PARA EXTRACCION DE BRIQUETAS	\$ 857,00	26	32	22	27	34	33	4,667	42	0,03846154	0,0625	0,5	0,20032051
13	CARRETILLAS	\$ 40,71	34	70	52	45	71	73	11,000	187,66666667	0,32352941	0,01428571	0,40384615	0,24722043

1 4	AMOLADORA PEQUEÑA BLACK & DECKER	\$ 38,12	31	2 5	2 0	34	28	27	4,33 3	22,3333 333	0,09677 419	0,12	0,35	0,18892 473
1 5	SWIBER PARA ROTACIÓN AW	\$ 225,00	19	3 2	2 5	22	33	33	4,00 0	24,6666 667	0,15789 474	0,03125	0,32	0,16971 491
1 6	VISCOSÍMETRO CINEMÁTICO	\$ 1.788,00	21	3 4	2 1	25	37	37	7,66 7	93,6666 667	0,19047 619	0,08823 529	0,76190 476	0,34687 208
1 7	TALADRO PERCUTOR ATORNILLADOR INALÁMBRICO DE 1/2"	\$ 139,99	46	1 7	1 2	46	19	19	3,00 0	17,6666 667	0	0,11764 706	0,58333 333	0,23366 013
1 8	SWIBER PARA TUBERÍAS NQ	\$ 225,00	17	3 4	6	17	36	37	11,0 00	321,666 667	0	0,05882 353	5,16666 667	1,74183 007
1 9	BOMBA INYECTORA DE GRASA	\$ 130,85	22	1 5	1 7	21	17	17	1,00 0	1,66666 667	0,04545 455	0,13333 333	0	0,05959 596
2 0	HORNOS ELECTRICOS	\$ 319,99	33	2 5	2 8	34	28	26	2,00 0	4,66666 667	0,03030 303	0,12	0,07142 857	0,07391 053

Anexo P. Representación gráfica del método PEPS en FlexSim.

