



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

“DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA
OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

AUTOR (ES):

RODRÍGUEZ GONZABAY JUDITH FABIANA

MALAVÉ MALAVÉ NIXON ALEXANDER

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

RODRÍGUEZ GONZABAY JUDITH FABIANA

MALAVÉ MALAVÉ NIXON ALEXANDER

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Malavé Malavé Nixon Alexander y Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**

TUTOR



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

DIRECTORA DE LA CARRERA



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

La Libertad, a los 26 días del mes de noviembre del año 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación "DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR", elaborado por el Sr. MALAVÉ MALAVÉ NIXON ALEXANDER y la Srta. RODRÍGUEZ GONZABAY JUDITH FABIANA estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero/s Industrial/les, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR



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

La Libertad, a los 26 días del mes de noviembre del año 2024

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Malavé Malavé Nixon Alexander y
Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana**

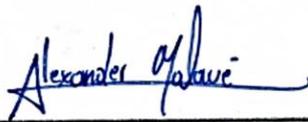
DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR** previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en la referencia o bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

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

La Libertad, a los 26 días del mes de noviembre del año 2024

AUTORES

f. 
Malavé Malavé Nixon Alexander

f. 
Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Malavé Malavé Nixon Alexander** y
Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 26 días del mes de noviembre del año 2024

LOS AUTORES

f. 

Malavé Malavé Nixon Alexander

f. 

Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana

CERTIFICADO DE ANTI-PLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR**” elaborado por el Sr. **MALAVÉ MALAVÉ NIXON ALEXANDER** y la Srta. **RODRÍGUEZ GONZABAY JUDITH FABIANA**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio “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.

Adjunto reporte de similitud.



INFORME DE ANÁLISIS
magister

**MALAVE NIXON-ROGRIGUEZ
JUDITH-ANTIPLAGIO**

2%
Textos
sospechosos

- < 1% Similitudes
De similitudes entre comillas
- entre las fuentes
mencionadas
- < 1% Idiomas no reconocidos
- 8% Textos potencialmente
generados por IA (ignorado)

Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **“DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”**, elaborado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: **JUDITH FABIANA RODRÍGUEZ GONZABAY** y **NIXON ALEXANDER MALAVÉ MALAVÉ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por los mencionados estudiantes, corroborando así, que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo a los peticionarios, hacer uso de este certificado como a bien convengan.

Atentamente,



Lcda. Lupe Llangari Morochó
Magíster en DISEÑO Y EVALUACION DE MODELOS EDUCATIVOS
C.C. 0913153979
Registro SENESCYT No. 1050-12-86029483
Teléfono 0985667292

La Libertad, a los 15 días del mes de noviembre del 2024

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, debo expresar mi inmensa gratitud a Dios por iluminar mi camino, bendecirme y permitirme llegar hasta este momento de culminación de una meta tan importante en mi vida.

Por supuesto, a mi madre querida Jenny quien ha sido un pilar fundamental en todo mi trayecto como estudiante, por su apoyo incondicional, sus consejos y el poder estar para mí en los momentos más difíciles donde pensé dejarme caer. A mi papi Nazario y mi mami Rosa quienes han estado conmigo desde mi niñez hasta la actualidad, por brindarme su cariño y apoyo en mis metas propuestas. Además, le doy gracias a mi tío Jimmy quien me ha considerado su hijo, por brindarme su ayuda incondicional diariamente. Sin todos ellos no hubiera podido cumplir con este logro.

También tengo que dar mención a mi compañera Judith Rodríguez quien ha sido pieza fundamental al brindar su intelecto en la realización de nuestro trabajo de titulación, siendo compañera y amiga en todo momento. Además, de compañeros como Slatter Apolinario, Gregory Chiquito y Evert Infante con quienes compartí mayor tiempo durante este largo trayecto académico. Reconozco su apoyo y compañerismo en distintos aspectos.

Finalmente, ofrezco mis agradecimientos a mi tutor de tesis el Ing. Edison Buenaño, quien con sus conocimientos pudo guiar de manera adecuada la realización del trabajo de integración curricular.

Nixon Alexander Malavé Malavé

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza y sabiduría necesarias para superar los desafíos a lo largo de este viaje académico.

A mis queridos padres, Mariana y Ricardo, quienes han sido el pilar fundamental en este trayecto. Gracias por su amor, apoyo incondicional y por ser mi mayor fuente de motivación. A mis hermanos, por ayudarme a mantenerme firme ante la adversidad, y por ser la razón de mi superación personal.

A mi pareja, Bryan Tomalá, mi más profundo agradecimiento. Gracias por acompañarme en cada paso del camino, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por ver en mí un potencial que a veces me costaba reconocer. Tu apoyo ha sido invaluable.

A mi querida amiga Tamara Muñoz por estar presente en todo momento y poder estar para mí en los momentos más difíciles donde pensé dejarme caer.

A Nixon Malavé, mi compañero y amigo, gracias por tu apoyo incondicional y por tu colaboración en la realización de este trabajo de titulación. Sin ti, este logro no habría sido posible. A mis compañeros Gregory Chiquito, Evert Infante, Slatter Apolinario, Edwin Escalante, Iliana Láinez y Daniela Sandoya, gracias por compartir esta travesía académica conmigo. Su compañerismo y solidaridad fueron fundamentales para completar cada proyecto y tarea.

Agradezco profundamente a los distinguidos profesores de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, quienes, con sus conocimientos y experiencia, me guiaron a lo largo de mi carrera, dejándome valiosas enseñanzas para la vida.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco a mis suegros, quienes considero una extensión de mi familia. Gracias por sus palabras de aliento y compañía en los momentos difíciles de esta etapa universitaria.

Judith Fabiana Rodríguez Gonzabay

DEDICATORIA

Por el gran trabajo que conllevó la realización de mi trabajo de integración curricular, le dedico este logro primero a Dios por darme la bendición e iluminación durante este camino.

A mi madre Jenny que gracias a ella he podido cumplir una etapa académica importante para mí, que por su constante esfuerzo y trabajo por brindarme un estudio profesional ha dejado muchas cosas con tal de verme convertido en un hombre de bien, humilde, honesto y aplicado. Por nunca haberme dejado solo cuando necesité ayuda, cuando tuve caídas fuertes, donde sentía que no podía lograr lo que con tanto esfuerzo he luchado.

A mi mami Rosa y mi papi Nazario quienes realizaron un gran esfuerzo por ayudarme en todo lo que necesité, por brindarme sus consejos para no desviarme de mis sueños y metas. También, dedico esto a un ángel muy especial que me ha cuidado desde mi niñez hasta el momento que tuvo que partir, mi abuelita Inés quien ha estado presente en todo momento.

Especialmente dedico este triunfo a mí, por el esfuerzo que realicé diariamente, por las noches sin dormir por culminar este trabajo de integración curricular. Que esto sea el fin de una etapa, pero el inicio de una más grande llena de sueños.

Nixon Alexander Malavé Malavé

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, quien me ha brindado la fortaleza, sabiduría y fe necesaria para superar cada obstáculo en este camino.

A mis queridos padres, Mariana y Ricardo, quienes con su amor incondicional y esfuerzo incansable me han enseñado que no hay meta inalcanzable. “El logro es mío, pero el triunfo es de mis padres”. A ellos, les dedico este logro con todo mi corazón.

A mi pareja, Bryan Tomalá, quien ha estado a mi lado en cada paso, brindándome su apoyo inquebrantable, su amor y su confianza. Tu compañía ha sido fundamental en este proceso.

A todos aquellos que, de una u otra manera, formaron parte de este viaje: amigos, compañeros y seres queridos. Gracias por creer en mí y acompañarme.

Y finalmente, me dedico esto a mí. Por mi esfuerzo, por no rendirme ante las dificultades, por los sacrificios realizados y por haber creído en mis sueños. Porque este es el fruto de mi perseverancia y dedicación.

Judith Fabiana Rodríguez Gonzabay

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

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

f. 

ING. BERMEO GARCÍA MARCO VINICIO, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE, Mgtr.
DOCENTE TUTOR

f. 

ING. MUYULEMA ALLCA JUAN CARLOS, MEng.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTI PLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
AGRADECIMIENTOS	x
DEDICATORIA	xi
DEDICATORIA	xii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xiii
ÍNDICE GENERAL	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	8
MARCO TEÓRICO	8
1.1 Antecedentes investigativos	8
1.2 Estado del arte.....	11
1.2.1 Revisión de alcance.....	12
1.3 Fundamentos teóricos.....	33
CAPÍTULO II	36
MARCO METODOLÓGICO	36
2.1 Enfoque de investigación	36
2.2 Diseño de investigación	36
2.3 Procedimiento metodológico	38

2.4	Censo poblacional	39
2.5	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	40
2.5.1	Métodos de recolección de los datos.....	40
2.5.2	Técnicas de recolección de los datos	41
2.5.3	Instrumentos de recolección de los datos.....	41
2.5.4	Procedimiento de validación del instrumento	41
2.6	Variables del estudio	43
2.6.1	Operacionalización de variables	44
2.7	Procedimiento para la recolección de los datos	46
2.8	Plan de análisis e interpretación de los datos	46
	CAPÍTULO III	49
	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
3.1	Confiabilidad y validez de los instrumentos	49
3.1.1	Validez	49
3.1.2	Fiabilidad.....	52
3.1.3	Tabulación y análisis de los datos.....	54
3.1.4	Correlación de las variables	56
3.2	Diagnóstico de la empresa	58
3.2.1	Generalidades.....	58
3.2.2	Organigrama de la empresa.....	59
3.2.3	Proceso productivo.....	60
3.2.4	Diagrama de operaciones del proceso.....	61
3.2.5	Mapa de procesos del área logístico.....	63
3.2.6	Diagrama de recorrido.....	63
3.2.7	Diagrama de flujo logístico.....	64
3.3	Diagnóstico del problema	65
3.3.1	Priorización Causa-Raíz (Pareto).....	66
3.3.2	Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)	67
3.4	Levantamiento de información	72
3.4.1	C2. Falta de control de inventario	72
3.4.2	C6. Inexistencias de cálculo de la demanda.....	74

3.4.3	C1. Inexistencias de planificación de rutas	77
3.4.4	C3. Carencia de procesos de abastecimiento	82
3.5	Elaboración de propuesta	84
3.5.1	Propuesta de control de inventario	85
3.5.2	Propuesta de pronóstico de demanda	93
3.5.3	Propuesta de enrutamiento	102
3.5.4	Propuesta de sistema de MRP	108
3.6	Estado de resultado	114
3.6.1	Control de inventario.....	114
3.6.2	Pronóstico.....	116
3.6.3	Enrutamiento.....	117
3.6.4	Abastecimiento.....	118
3.7	Presupuesto	120
3.8	Marco de discusión	122
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	128
	ANEXOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados obtenidos en la base de datos	14
Tabla 2. Resultados de la revisión de alcance	21
Tabla 3. Extracción de datos de los artículos seleccionados.....	24
Tabla 4. Censo poblacional.....	40
Tabla 5. Valor de alfa de Cronbach.....	43
Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables.....	44
Tabla 7. Plan de análisis e interpretación de resultados.....	48
Tabla 8. Datos de los expertos del proceso de validación.	49
Tabla 9. Primera ronda de revisión.....	50
Tabla 10. Segunda ronda de revisión	51

Tabla 11. Resumen de las rondas de revisión	52
Tabla 12. Análisis de fiabilidad	53
Tabla 13. Resumen de datos recolectados mediante el cuestionario	54
Tabla 14. Matriz de resultados.....	55
Tabla 15. Tabla de datos generales de la empresa	58
Tabla 16. Priorización Causa-Raíz	66
Tabla 17. Cantidad de inventario actual	72
Tabla 18. Demanda y producción real	75
Tabla 19. Tasa de sobreproducción mensual.....	77
Tabla 20. Información de punto de entrega Camión 1	78
Tabla 21. Información de punto de entrega Camión 2	79
Tabla 22. Vehículos utilizados en ruta de entrega.....	81
Tabla 23. Indicadores Rutas.....	81
Tabla 24. Inventario de materiales	82
Tabla 25. Costo de materiales utilizados	83
Tabla 26. Rotación de inventarios	84
Tabla 27. Causa - Propuesta de solución.....	85
Tabla 28. Registro de productos	86
Tabla 29. Receta de productos	87
Tabla 30. Registro de inventario.....	88
Tabla 31. Ventas de los últimos 3 meses.....	88
Tabla 32. Registro de compras.....	89
Tabla 33. Registro de producción	90
Tabla 34. Registro de Daño	91
Tabla 35 Registro de ventas.....	91
Tabla 36. Resumen de ventas semanales	92
Tabla 37. Demanda real.....	94
Tabla 38. Promedio móvil.....	95
Tabla 39. Cálculo de error del pronóstico.....	97
Tabla 40. Tasa de sobreproducción - Propuesta	100
Tabla 41. Indicadores propuesta.....	107

Tabla 42. Cálculo de pronóstico.....	108
Tabla 43. Componentes del MRP	109
Tabla 44. Plan de requerimiento de tapas plásticas	110
Tabla 45. Requerimiento de sello de seguridad	111
Tabla 46. Requerimiento de etiquetas	112
Tabla 47. Resumen de liberación de orden	113
Tabla 48. Rotación de inventario propuesta	114
Tabla 49. Eficiencia del control de inventario	115
Tabla 50. Eficiencia del pronóstico de demanda	116
Tabla 51. Comparación de indicadores de enrutamiento.....	117
Tabla 52. Eficiencia de la propuesta de enrutamiento.....	118
Tabla 53. Comparación de indicadores de rotación de inventario	119
Tabla 54. Mejora de la eficiencia de la rotación.....	120
Tabla 55. Presupuesto del proyecto	120
Tabla 56. Cálculo de flujo de fondo	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de la revisión de alcance	11
Figura 2. Producción científica anual.....	15
Figura 3. Producción científica por país	16
Figura 4. Temas de tendencia.....	17
Figura 5. Nube de palabras (Word cloud)	18
Figura 6. Red de coocurrencia de palabras clave.....	19
Figura 7. Diagrama Prisma-ScR de la revisión de alcance.	20
Figura 8. Gráfico de radar de las metodologías utilizadas por los autores...26	
Figura 9. Gráfica de barras horizontal de las técnicas utilizadas.....	27
Figura 10. Combinación de técnicas de recolección de datos.....	28
Figura 11. Protocolo de investigación.....	30
Figura 12. Gráfica de pastel de los instrumentos utilizados.....	31
Figura 13. Diseño de la investigación	37
Figura 14. Protocolo de investigación.....	37

Figura 15. Etapas del procedimiento metodológico	38
Figura 16. Plan de recolección de datos	40
Figura 17. Procedimiento Método Delphi	42
Figura 18. Coeficiente del Alfa de Cronbach.....	54
Figura 19. Coeficiente de Pearson.....	57
Figura 20. Estructura organizacional.....	59
Figura 21. Diagrama de operaciones de la empresa.....	62
Figura 22. Diagrama de procesos de la empresa	63
Figura 23. Diagrama de recorrido	64
Figura 24. Diagrama de flujo logístico	65
Figura 25. Diagrama de Pareto.....	67
Figura 26. Diagrama de Ishikawa (Primer Nivel)	69
Figura 27. Diagrama de Ishikawa (Segundo nivel)	69
Figura 28. Ineficiencias en el caso de estudio.....	71
Figura 29. Inventario actual.....	73
Figura 30. Porcentaje de exactitud	74
Figura 31. Diagrama de control de sobreproducción	76
Figura 32. Ruta Camión 1	79
Figura 33. Ruta Camión 2	80
Figura 34. Diagrama de líneas del promedio móvil	95
Figura 35. Herramienta de solver	97
Figura 36. Diagrama de líneas del suavizamiento exponencial.....	99
Figura 37. Gráfica de control propuesta	101
Figura 38. Consola principal VRP Solver	102
Figura 39. Hoja de ubicaciones en VRP Solver	103
Figura 40. Cálculo de distancias	104
Figura 41. Configuración de vehículos.....	105
Figura 42. Solución vehiculo 1	105
Figura 43. Solución vehículo 2	106
Figura 44. Simulación del sistema propuesto	107
Figura 45. Mejora de la exactitud del inventario	115

Figura 46. Reducción de la tasa de sobreproducción.....	116
Figura 47. Comparación de indicadores de enrutamiento	117
Figura 48. Comparación de indicadores de rotación	119

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Validación del instrumento.....	139
Anexo 2. Formato encuesta validada.....	140
Anexo 3. Resultados de las preguntas del cuestionario.....	143
Anexo 4. Formato de registro de ruta.....	148
Anexo 5. Evidencia de recolección de datos	149
Anexo 6. Carta de aceptación de la empresa	150
Anexo 7. Hoja de control de materia prima.....	151
Anexo 8. Base de datos de rutas de situación actual	151
Anexo 9. Hoja de registro de compras.....	152
Anexo 10. Registro de producción	153
Anexo 11. Análisis de fiabilidad	154
Anexo 12. Simulación de enrutamiento.....	154
Anexo 13. Cartas de control actual-propuesta	155
Anexo 14. Cálculo de parámetros para enrutamiento	155

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

MAD: Desviación Absoluta Media

MAPE: Error Porcentual Absoluto Medio

MRP: Material Requirements Planning (Planificación de requerimiento de materiales)

MSE: Error Cuadrático Medio

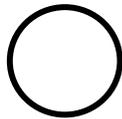
SCM: Supply chain management (Gestión de la cadena de suministro)

SM: Supply chain (Cadena de suministro)

SR: Revisión de alcance de la literatura

SRI: Servicios de Rentas Internas

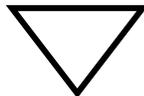
VRP: Vehicle Routing Problem (Problema de ruta de vehículos)



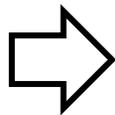
Operación



Inspección



Almacenamiento



Transporte

“DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR”

Autores: Malavé Malavé Nixon Alexander
Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe

RESUMEN

La industria del agua embotellada es una de las más demandadas, teniendo retos relacionados con los costos operativos y la distribución. La empresa Man Water, ubicada en Santa Elena, enfrentaba desafíos logísticos que afectaban su eficiencia operacional, especialmente en la gestión de inventarios y distribución, generando altos costos y pérdida de oportunidades. El objetivo de este estudio fue diseñar una red logística eficiente para optimizar sus operaciones y mejorar su competitividad. Para ello, se realizó una revisión de alcance de la literatura, identificando las principales tendencias en redes logísticas y eficiencia operacional mediante la herramienta Bibliometrix. Esto permitió definir las técnicas y herramientas metodológicas adecuadas. Se implementaron soluciones como control de inventarios, pronóstico de demanda, MRP, y optimización de rutas con VRP Solver. Los resultados mostraron mejoras: la eficiencia del control de inventarios aumentó un 5,3%, el pronóstico de demanda mejoró un 35,2%, el MRP incrementó la eficiencia un 67%, y la optimización de rutas redujo los kilómetros recorridos en un 55%, el tiempo por cliente en un 20,5% y los costos en un 11%. Se determinó un periodo de recuperación de 4 años y una tasa interna de retorno del 15,24%, demostrando la viabilidad económica del proyecto. En conclusión, el diseño propuesto contribuyó de manera significativa a optimizar la eficiencia de los procesos logísticos y aumentar la rentabilidad de Man Water.

Palabras Claves: red logística, eficiencia operacional, inventario, pronóstico, enrutamiento, MRP

“DESIGN OF A LOGISTICS NETWORK FOR THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF THE MAN WATER COMPANY, LOCATED IN THE PROVINCE OF SANTA ELENA-ECUADOR”

Authors: Malavé Malavé Nixon Alexander

Rodríguez Gonzabay Judith Fabiana

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe

ABSTRACT

The bottled water industry remains in high demand, despite challenges related to operating costs and distribution. The company Man Water, located in Santa Elena, faced logistical challenges that affected its operational efficiency, especially in inventory management and distribution, generating high costs and loss of opportunities. The objective of this study was to design an efficient logistics network to optimize its operations and improve its competitiveness. To this end, a literature scoping review was carried out, identifying the main trends in logistics networks and operational efficiency using the Bibliometrix tool. This made it possible to define the appropriate methodological techniques and tools. Solutions such as inventory control, demand forecasting, MRP, and route optimization were implemented with VRP Solver. The results showed improvements: inventory control efficiency increased by 5.3%, demand forecasting improved by 35.2%, MRP increased efficiency by 67%, and route optimization reduced miles traveled by 55%, time per customer by 20.5%, and costs by 11%. A payback period of 4 years and an internal rate of return of 15.24% were determined, demonstrating the economic viability of the project. In conclusion, the proposed design contributed significantly to improving the efficiency of logistics processes and the profitability of Man Water.

Keywords: logistics network, operational efficiency, inventory, forecasting, routing, MRP

INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria de bebidas no alcohólicas se encuentra el agua embotellada siendo este el producto de mayor consumo respecto a otros productos como los zumos y refrescos, sin embargo, es considerado como un bien de lujo y elástico al precio dentro del mercado (Scalamonti, 2023). Las empresas de la industria de agua embotellada se encargan de manejar eficientemente sus recursos y tienen como reto la inversión para mejorar la calidad y conservación del agua, pero a la vez que sea rentable (Martínez & Salas, 2024).

A nivel global, la gestión de la cadena de suministro junto a la logística ha experimentado cambios considerables debido a la automatización y la digitalización, la misma que se estima que tendrá una evolución hasta el 2040 (Schiffer & Doerr, 2020). El mercado de la industria del agua embotellada durante el 2017 alcanzó los 198,59 millones de dólares demostrando una demanda creciente hacia productos de alta calidad y seguros (Quizhpe-Monar, 2020). Bajo este contexto, las empresas deben adaptarse a estos cambios mejorando su eficiencia y sostenibilidad de SC logrando su desarrollo estable en las eras globalizadas (Tsao et al., 2024; Yu et al., 2024). Tomando en cuenta que un factor considerado determinante para lograr el éxito empresarial es la gestión eficiente de la SC (Mohammed-Khalid, 2021).

En Iberoamérica, se enfatiza la importancia de la optimización de la SC para la reducción de costos de operación y deficiencias en el sistema como malas planeaciones, la no identificación de materiales críticos y tiempos de entrega (Gutiérrez-Segovia et al., 2023). La región ha experimentado un crecimiento en el consumo de agua embotellada, siendo México el que ocupa el primer lugar en el valor per cápita de agua embotellada, incluso a nivel mundial (Ramírez-Flores et al., 2022). Sin embargo, las empresas deben abordar problemas de eficiencia en la distribución y altos costos operativos, por lo que optimizar las operaciones de la SC puede generar ahorros en tiempos de entrega, inventarios y otros (Khan et al., 2017).

En Ecuador, el mercado de agua embotellada enfrenta problemas en su cadena de suministro, promoviendo desconfianza tanto en consumidores como en los distribuidores de los productos, debido a que las empresas no cumplían con las normativas vigentes de etiquetado para su comercialización, obteniendo un consumo relativamente bajo y

significando tan solo el 22.2% de los hogares del país (García-Loor et al., 2020). Sin embargo, de acuerdo con (Concha-Guaila et al., 2024) la mayoría de las muestras cumplen con las referencias de la OMS y se encuentran en los límites permitidos.

En Santa Elena, según datos de catastro del Servicios de Rentas Internas (SRI) el sector dedicado a la “Producción de aguas minerales naturales y otras aguas embotelladas” presenta un escenario dinámico y competitivo, caracterizado por la coexistencia de 30 empresas (SRI, 2024). Este conglomerado empresarial, que abarca desde microempresas hasta grandes industrias, refleja la importancia económica del recurso hídrico local. Además, la penetración de marcas externas, aunque no registradas en la provincia, ejerce una presión competitiva significativa sobre el mercado local, fragmentando la demanda y exigiendo a las empresas una adaptación constante a las nuevas dinámicas del sector.

Bajo este contexto, se aborda como punto de exploración a la empresa Man Water, siendo una embotelladora de agua ubicada en la provincia de Santa Elena. La misma que actualmente se enfrenta a diversas dificultades relacionadas con la red logística, empezando con una gestión ineficiente de sus inventarios que provocan costos elevados de almacenamiento y riesgo de materiales obsoletos, así mismo, presenta dificultades en la planificación de rutas teniendo tiempos de entrega excesivos y altos costos de transporte.

En este trabajo se diseñó una red logística con el objetivo de mejorar la eficiencia operacional de la empresa, para lograr esto se elaboró un sistema de control de inventario utilizando la herramienta de Excel. Así mismo, se desarrolló un análisis de demanda utilizando métodos estadísticos como el de suavizamiento exponencial simple y promedio móvil. También, la utilización de un plan maestro de materiales (MRP) para mejorar el sistema de abastecimiento de materia prima. Y finalmente, el diseño de la red logística de distribución mediante una herramienta VRP en base de Excel.

En la presente investigación se presentan limitaciones con la utilización de tecnologías nuevas y con la respuesta del personal a los cambios propuestos. Según Aria & Cuccurullo (2017) se puede proporcionar modelos que sean replicables para empresas en situaciones similares. Bajo este contexto, el estudio llena un vacío de conocimiento existente en la optimización logística en empresas embotelladoras en Ecuador.

Planteamiento del problema

Un factor determinante para el éxito empresarial a nivel mundial se considera la gestión de la cadena de suministro (Khalid, 2021). Empresas líderes como Walmart y Seven-Eleven Japón han demostrado que la operación y diseños eficientes de sus cadenas de suministros pueden generar ventajas significativas sobre sus competidores, a diferencia de una mala planificación logística que ha provocado el fracaso de empresas como Webvan y Borders (Fu, 2023; LEE, 2021). Bajo estas primicias, se resalta la importancia de una red logística bien diseñada para asegurar el crecimiento y sostenibilidad en el mercado dentro de un entorno globalizado, donde es crucial la velocidad de respuesta a la demanda y adaptación a cambios imprevistos.

En Latinoamérica, existe un mayor enfoque en sistemas de abastecimiento y proveedores dentro de la gestión de la cadena de suministro siendo áreas limitadas (Mora-García, 2010). Para ser verdaderamente eficaz, se requiere un enfoque más integral que abarque la sincronización de todas las etapas operativas, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega final al consumidor (Tanco et al., 2018). Esto implica una coordinación eficiente de los procesos de producción y distribución, basada en pronósticos de demanda precisos y en la evaluación de su impacto para optimizar las operaciones en toda la red logística, tanto interna como externamente (Kramarz & Kmiecik, 2022).

En Ecuador, la gestión logística enfrenta diversos desafíos que afectan la eficiencia y competitividad de las empresas, la infraestructura de transporte es insuficiente, lo que provoca retrasos y costos elevados, además de la falta de seguridad y confiabilidad (Michalski & Montes, 2022). La variabilidad en la calidad de los servicios logísticos y la falta de integración tecnológica complican aún más la situación (Varlamova & Gorovoy, 2019). Dentro de la provincia de Santa Elena, estos problemas tienen un mayor impacto debido a la ubicación geográfica donde existe una limitada disponibilidad de proveedores locales y servicios logísticos. Además, las empresas tienen desafíos por la fluctuación que provocan la demanda turística y los cambios climáticos.

Man Water es una de las empresas situadas en el mercado provincial teniendo como instalación principal en Manabí. La cual, está dedicada a la purificación y embotellamiento de agua purificada, produciendo bidones y botellas de presentación

personal. Existen diversos problemas que han sido identificados que afectan a la eficiencia, los mismos que se explican a continuación:

- La empresa no cuenta con un sistema formal para el control de existencias de su materia prima, su funcionamiento se basa en el cálculo empírico de las cantidades de inventario mediante los registros de producto vendido en el periodo de una semana. Este problema viene siendo uno de los principales, ya que aumenta la incertidumbre de los niveles de inventario de materiales críticos para el sistema de producción pudiendo causar paradas forzadas por la falta de insumos o exceso de materiales en el proceso de abastecimiento.
- Ineficiencia en la optimización de las rutas de distribución. La empresa emplea rutas de entrega que son poco efectivas, lo que provoca demoras en las entregas, elevados gastos de transporte y una débil capacidad de respuesta ante las demandas cambiantes de los clientes. Además, cualquier ausencia de información en tiempo real sobre el estado de los entregables y la falta de dispositivos de seguimiento pueden obstaculizar la capacidad de la empresa para ajustar los viajes con el fin de aliviar los impactos de los bloqueos encontrados en el trayecto.
- Es esencial mejorar la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda o situaciones inesperadas. Sin una adecuada planificación y gestión de las rutas, la empresa enfrentará dificultades para realizar ajustes rápidos en sus trayectorias cuando surjan cambios en las necesidades de consumo de productos o para lidiar con obstáculos en el camino, como obras en la vía o accidentes. Esto puede ocasionar retrasos y reducir la flexibilidad para atender las necesidades de los clientes. Adicionalmente, una mala planificación de rutas puede resultar en ineficiencias en la capacidad de carga de los vehículos, lo que conllevaría un mayor consumo de combustible. En ausencia de planos de rutas coherentes, es probable que las trayectorias estén cubiertas de manera parcial o que se produzca una sobrecarga en los vehículos. Esto implica un uso poco eficiente de los recursos y puede originar costos adicionales debido a un número elevado de viajes necesarios para satisfacer la demanda.
- La mala gestión de las rutas de entrega también influye en la calidad del servicio que se les está ofreciendo a los clientes. Con plazos de entregas poco fiables o con

entregas constantemente en retraso, los clientes pueden llegar a desconfiar de la empresa y optar por otras opciones. Además, los clientes pueden volverse ansiosos y molestos debido a la falta de visibilidad y seguimiento de las unidades y pueden tener problemas para conocer el estado de sus pedidos.

- La falta de las tecnologías de información apropiadas se interrelaciona con el problema también. La empresa puede no tener un sistema de información integrado funcional que facilite la rápida interacción y coordinación entre los distintos participantes de la cadena de suministro. Así, esto genera desafíos en el intercambio de información esencial como la predicción de la demanda, el inventario y la programación de la producción, y esto obstaculiza la amplia toma de decisiones y el adecuado proceso de formulación de estrategias.

Bajo este contexto, resulta necesario desarrollar una red logística que integre herramientas tecnológicas, estrategias de optimización y buenas prácticas en la industria, con el fin de mejorar la planificación, controlar los niveles de inventario, reducir los tiempos de entrega y maximizar la eficiencia operativa. De esta manera, la planta embotelladora de agua podrá ofrecer un mejor servicio a sus clientes, aumentar su competitividad en el mercado y lograr una mayor rentabilidad, integrando a sus proveedores y logrando un mejor desempeño financiero (Surachman-Sumiat & Rohman, 2021).

Formulación del problema de investigación

Dado lo expuesto, surge la siguiente pregunta clave para la investigación: ¿El diseño de una red logística puede incidir en la eficiencia operacional en la empresa Man Water?

Alcance

El presente estudio estará centrado en el análisis de los diferentes procesos que conforman la red logística, especialmente en el eslabón de distribución y abastecimiento. Se inició con un análisis de los sistemas utilizados para el proceso de compras de materias primas, seguidamente del sistema de almacenamiento utilizando una vez que son receptados los pedidos y la utilización de estos. Finalmente, el sistema de distribución encargado de llevar el producto terminado hasta los clientes.

Con respecto a la distribución, se utilizarán técnicas de optimización para formular rutas de entrega para los clientes de manera más efectiva mediante algoritmos desarrollados por herramientas de ruteo vehicular, teniendo como objetivo la reducción de costos de transportes y los tiempos de entrega del producto, lo que mejoraría la satisfacción del cliente mientras se aumenta la eficiencia de la empresa.

La realización de la investigación puede servir como base para la solución de problemas similares en otras empresas sin la necesidad de pertenecer al mismo sector. Como se mencionó anteriormente, el estudio no se enfocará en la solución de problemas dentro del proceso de purificación de agua, sino en el flujo del material dentro del sistema. Además, cada planta tiene características particulares y condiciones de mercado y, por lo tanto, las propuestas hechas en esta investigación deben ser utilizadas como una guía y modificarlas de acuerdo con las necesidades y el contexto particular de cada caso.

Justificación

La investigación tiene una importancia significativa dentro de la empresa Man Water porque se identificarían los problemas de mayor impacto y se buscarían soluciones estratégicas que permitan aumentar la rentabilidad y competitividad dentro del mercado de agua embotellada. Según Kumari & Kumar (2023) se menciona que para alcanzar las metas propuestas es importante identificar y eliminar las deficiencias presentes en el sistema, esto se logra con análisis minucioso que permita encontrar las causas de mayor impacto.

La originalidad de la investigación es el desarrollo de la optimización de la cadena de suministro enfocándose en la logística de una empresa dedicada a la purificación y embotellamiento de agua en la provincia de Santa Elena. Este sector se encuentra en un rápido crecimiento por la presencia de varias empresas buscando consolidarse en el mercado local, por lo cual es crucial buscar herramientas que puedan posicionar a la empresa con una ventaja significativa sobre sus rivales.

La trascendencia del trabajo es la capacidad de evolucionar los procesos utilizados por la empresa Man Water tanto en la distribución como en el abastecimiento, colocándola como pionera de la optimización de sus recursos para las PYMES que estén dentro del mismo sector. Cabe destacar que el trabajo se realizó en base a las necesidades existentes de la empresa, por lo que las soluciones están ajustadas a la misma.

La viabilidad del proyecto se debe a la existencia de una variedad de herramientas utilizadas para mejorar la eficiencia operacional mediante la gestión y diseño de redes logísticas. Además, la inversión del proyecto está debidamente justificada por el aumento significativo de la eficiencia del sistema y la recuperación de esta en un periodo de mediano plazo.

Los beneficiarios del proyecto incluyen varios sujetos como los empleados y el gerente que aseguran sus puestos laborales por el correcto funcionamiento de la planta, mientras que el empresario dueño de la planta purificadora se verá beneficiado por la rentabilidad y el posicionamiento de la marca en el mercado. Además, externamente se encuentran los clientes por contar con un producto confiable y un servicio eficiente de entrega.

Bajo este contexto, se plantean objetivos guías para la ejecución de la investigación y así lograr alcanzar la meta establecida.

Objetivos General

Diseñar una red logística para la eficiencia operacional de la empresa Man Water, ubicada en la provincia de Santa Elena-Ecuador.

Objetivos Específicos

- Realizar una revisión sistemática de la literatura desarrollando la base teórica para el estado del arte con respecto a las variables consideradas en la investigación.
- Definir un marco metodológico mediante estudios enfocados en redes logísticas para determinar el procedimiento adecuado de mejora y de recolección de datos.
- Presentar una propuesta de red logística mediante herramientas y técnicas para mejorar la eficiencia operacional de la empresa Man Water.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el ámbito de las plantas embotelladoras de agua, la optimización de las operaciones de distribución es un aspecto crítico para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la empresa. Para ello, es necesario revisar la literatura existente sobre la gestión de la cadena de suministro y redes logísticas para la mejora de la eficiencia operacional, dándose a conocer los siguientes resultados:

En su estudio, Ghodake et al. (2024) presentaron una solución realizando un análisis del Q-learning mediante la aplicación de técnicas de análisis de datos y metodologías de machine learning. Obtuvieron un modelo de pronóstico de demanda que afectaría de manera positiva al inventario, abastecimiento y distribución, según sus resultados mencionaron alcanzar un nivel de precisión del 98.9% del pronóstico.

Del mismo modo, Ari et al. (2024) llevaron a cabo una encuesta en línea para analizar cómo los riesgos de seguridad y la eficiencia operativa influyen en la sostenibilidad de las cadenas de suministro de carbón. Sus hallazgos reflejan una relación positiva y significativa entre la seguridad en la gestión logística y la efectividad operativa, subrayando la importancia de abordar estos aspectos para garantizar flujos logísticos sostenibles.

Por otro lado, Castilla et al. (2023a) realizaron la evaluación de sistemas de gestión de transportes y su impacto en la cadena de suministros de una red empresarial local. Para esto, realizó una investigación de enfoque cuantitativo logrando obtener que el TMS tiene un impacto del 21.60% sobre la eficiencia de las entregas, así mismo la reducción del 23.20% de los costos de transporte, y finalmente en un 29.90 la calidad de los datos que fluyen en el sistema.

Mientras que, Chandramohan et al. (2023) realizaron un modelo integral de gestión de inventario, mediante la integración de aspectos como las cantidades de emisiones de carbono, promociones, y el registro eficiente de productos dañados. Este enfoque les

permitió crear un modelo que sea adaptable a distintas industrias que desean tener un control integral de sus inventarios.

De otra parte, Rahbari et al. dio a conocer un ágil modelo de la cadena de suministro agroalimentaria en la crisis pandémica, que está orientado hacia la optimización robusta. Analizando las estrategias de distribución de conservas de alimentos en la pandemia COVID-19, los autores describieron un enfoque de múltiples criterios para la elección de estrategias óptimas. La implementación exitosa de "centrarse en fomentar la expansión adicional de la exportación de conservas a los países vecinos" resultó en una reducción de costos del 8,03% y un aumento del 3,65% en la eficiencia de los recursos humanos.

Por otro lado, Ryu et al. (2023) diseñaron un sistema de soporte de decisiones (DSS) para mejorar la planificación de estaciones en la cadena de suministro de hidrógeno. A través de entrevistas y estudios previos, crearon una herramienta que predice la demanda y el suministro al mismo tiempo, facilitando decisiones más rápidas y accesibles. Su objetivo es simplificar la gestión y resolver problemas de planificación a largo plazo en el sector energético.

También, Suárez-Solórzano et al. (2023) investigaron la gestión de la cadena de suministro para potenciar la internacionalización de PYMES en El Oro, Ecuador. Utilizando métodos analítico-sintéticos e inductivo-deductivo. Los resultados mostraron que una distribución eficiente y comercialización adecuada mejoran la internacionalización, destacando el papel crítico de una cadena de suministro bien gestionada.

A diferencia de, Gabrielli et al. (2022) quienes realizaron un estudio sobre la captura, almacenamiento y transporte de carbono para optimizar la cadena de suministro. Este sistema además de ser rentable cumplía la reducción de emisiones para garantizar las operaciones. Además, descubrieron que incluir tuberías de soporte para hacer el sistema más resiliente podría incrementar los costos hasta un 70%, según la localización del sitio de almacenamiento.

Encontraron que agregar tuberías de respaldo para mejorar la resiliencia puede aumentar los costos hasta en un 70%, dependiendo de la ubicación del almacenamiento.

Conjuntamente, Zalozhnev & Peremezhko (2022) realizaron optimizaciones de la cadena de suministro para servicios de TI en macroproyectos. Para esto, utilizaron un modelo matemático para determinar los tiempos de mantenimiento y el tamaño óptimo de equipos de soporte, teniendo como objetivo el facilitar las decisiones en las fases de pre-inversión y operativa del proyecto. Tuvieron como resultado la mejora de la eficiencia operativa mediante una cadena resiliente y viable.

De la misma manera, Nam & Park (2020) propusieron un modelo matemático para integrar la operación de terminales y la programación de envíos en redes logísticas. Utilizaron un marco de problemas de dos niveles para modelar comportamientos cooperativos y minimizar costos y emisiones de Co2. El estudio mostró que la logística colaborativa mejora la eficiencia del sistema y reduce costos en comparación con estrategias de ruta única.

Anteriormente, Manrique-Nugent et al. (2019) revisaron teorías claves para la gestión de la cadena de suministro. Integraron conceptos de varios autores para subrayar la importancia de la integración empresarial y la coordinación efectiva. Destacaron que una gestión adecuada optimiza la calidad, distribución y adaptación al cliente lo que mejoraría la competitividad en el mercado y la rentabilidad empresarial.

Mientras que, (Gámez-Albán et al., 2017) diseñaron un modelo de optimización para la red de logística de una comercializadora de insumos veterinarios en Colombia. Emplearon una programación entera mixta para minimizar costos considerando agotados y apertura/cierre de instalaciones. Los resultados demostraron que ajustar el costo de agotados afecta significativamente la estructura de costos y estrategias logísticas.

Peña-Orozco et al. (2016) por su parte, diseñaron una red logística orientada a optimizar la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos ferreteros. Mediante un modelo de programación lineal, lograron minimizar los costos totales de la operación y mejorar la eficiencia en el sistema de distribución. Su propuesta no solo redujo los costos logísticos, sino que también disminuyó los tiempos de ciclo de entrega, generando una ventaja competitiva para la empresa.

Finalmente, Díaz-Batista & Pérez-Armayor (2012) investigaron cómo las políticas colaborativas en la gestión de inventarios podían optimizar las cadenas de suministro. Compararon estas estrategias con métodos tradicionales no colaborativos, evaluando los

costos totales de inventario. Su análisis demostró que un enfoque colaborativo promueve relaciones ganar-ganar entre las partes, reduciendo costos y aumentando la eficiencia, lo que resalta la importancia de adoptar estas políticas en organizaciones modernas.

Según los antecedentes investigativos presentados existen diversos estudios que abordan la logística y la relación en la mejora de la eficiencia en una variedad de sectores productivos. Bajo este contexto, a continuación, se da paso al desarrollo del estado del arte mediante una revisión de alcance, donde se explorarán las diferentes metodologías que se han aplicado en el campo de la logística permitiendo determinar la más adecuada para la empresa Man Water.

1.2 Estado del arte

Para la elaboración del estado del arte, se plantea el uso de la revisión de alcance de la literatura (SR) teniendo como objetivo resumir los hallazgos del tema de investigación e identificar las lagunas existentes en la literatura para investigaciones futuras (Tricco et al., 2018). Además, se usará la herramienta Bibliometrix para el análisis de bibliometría, y tanto tablas como gráficas para exploración de los artículos de investigación.

Este tipo de revisión es denominada como una que identifica rápidamente términos claves de un tema mediante la búsqueda exhaustiva de la literatura y la selección por afinidad – disponibilidad (Chambergó et al., 2021). La SR cuenta con varias etapas, las cuales de acuerdo con Arellano-Haro & Cuzco-Macías (2024) son las siguientes mostradas en la Figura 1, constando de 4 etapas.

Figura 1. Etapas de la revisión de alcance



Nota: Elaborado por los autores, en base a Arellano-Haro & Cuzco-Macías (2024)

Las etapas mostradas en la Figura 1 se describen a continuación:

- Selección de fuentes: En ella se plantean textualmente las bases de datos a utilizar para la revisión de la literatura, igualmente de presentarse los conectores de búsqueda y las palabras booleanas para relacionar las variables.

- Establecimiento de criterios: Se describen los parámetros de elegibilidad para la selección de los artículos de investigación, tanto de inclusión como de exclusión, tomando en cuenta la fecha de publicación, idioma, entre otros.
- Presentación de resultados: Se realiza la ejecución de la búsqueda en las bases de datos y la aplicación de los criterios, los resultados son presentados en el diagrama Prisma-ScR para revisiones de alcance.
- Extracción de datos: En esta etapa se presenta la tabla de los resultados obtenidos en la revisión de alcance, adjuntamente la extracción de datos como: metodología, y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

1.2.1 Revisión de alcance

A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de las etapas de la revisión de alcance que nos permitirá explorar de manera detallada la literatura existente en el ámbito de la logística y su impacto en la mejora de la eficiencia operacional con el objetivo de establecer un marco metodológico sólido que sustente la investigación actual.

Selección de fuentes

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de información son: ScienceDirect, Scopus, Scielo, Lens y Dimensions. Además, los principales conectores se relacionaron con el “AND” y “OR”, mientras que, los términos para la búsqueda booleana se destacan como “red logística”, “eficiencia operacional”, “red logística AND eficiencia operacional”, “red logística OR eficiencia operacional” como términos en español, y “operational efficiency”, “logistics network”, “logistics network AND operational efficiency”, “logistics network OR operational efficiency” en inglés.

Criterios de búsqueda

Para el correcto análisis de artículos que sean relevantes para la presente investigación se utilizaron criterios de búsqueda que serán usados en las diferentes bases de datos. A continuación, se presentan los criterios establecidos por los investigadores:

1. Criterios de inclusión

- **Año de publicación:** Las fechas de publicación de los artículos deben ser después del 01 de septiembre del 2020 y antes de septiembre del 2024. Esto garantiza que la información y los datos utilizados sean recientes y reflejen las tendencias y desarrollos más actuales en el campo de la logística y la eficiencia operacional.

- **Idioma:** Se incluirán artículos escritos en español e inglés. Permitiendo abarcar una mayor cantidad de literatura y acceder a investigaciones relevantes publicadas en las dos lenguas más utilizadas en la comunidad académica y profesional.
- **Variables de estudio:** Los artículos deben abordar explícitamente el diseño de redes logísticas y la eficiencia operacional o lo relacionado a la búsqueda booleana.
- **Accesibilidad:** Los artículos seleccionados deben poder ser utilizados sin restricciones de pagos o membresías con el objetivo de facilitar el acceso de la información que sea relevante para la investigación.

2. Criterios de Exclusión

- **Año de Publicación:** A diferencia de lo mencionado anteriormente, todos los artículos que sean más antiguos a la fecha de septiembre del 2020 deben ser excluidos de la investigación. Esto con el objetivo de evitar la utilización de información que se encuentre obsoleta por recientes hallazgos en el campo de estudio.
- **Idioma:** Los artículos seleccionados que no se encuentren en español o inglés deben omitirse, ya que dificultarían la comprensión de la información por tratarse de idiomas con barreras de traducción para los investigadores.
- **Variables de estudio:** Los estudios que no incluyan la variable dependiente (eficiencia operacional) y la variable independiente (red logística) deben omitirse por motivo que no están alineados al campo investigativo.
- **Accesibilidad:** Se dejarán de lado aquellos artículos que no sean de acceso libre. Esto abarca publicaciones que requieren suscripciones pagadas, compras individuales o que tienen acceso restringido, garantizando que la investigación se basa en fuentes accesibles.

3. Presentación de resultados

Para la presentación de los resultados se muestra en la tabla 1 las bases de datos utilizadas para la búsqueda de artículos relacionados a las variables de estudio con sus respectivas cantidades de hallazgos. Esta tabla proporciona una visión clara y estructurada de los datos, facilitando su análisis y comparación.

Tabla 1. Resultados obtenidos en la base de datos

Base de datos	Artículos
ScienceDirect	29743
Scopus	427
Scielo	108
Lens	5339
Dimensions	4435
Total	40052

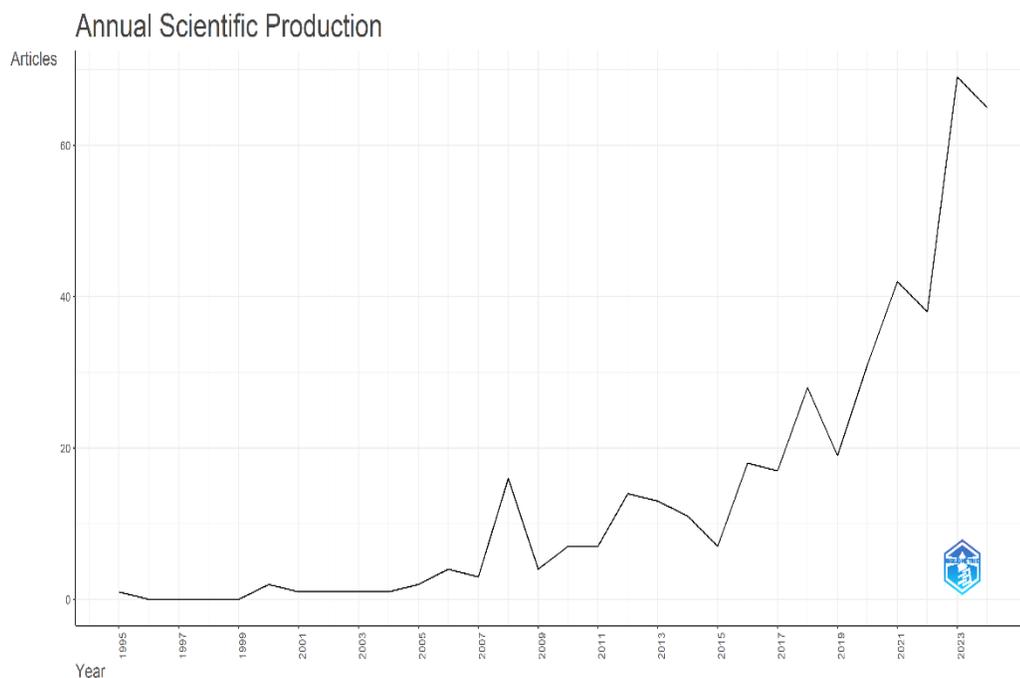
Nota: Elaborado por los autores

Como se muestra en la tabla presentada se tiene la cantidad de artículos encontrados con las palabras claves mencionadas anteriormente. Para la base de datos de Science Direct se obtuvo 29743 artículos, le precede Lens con un total de 5339 artículos, luego Dimensions con 4435 unidades, seguido con una cantidad notablemente reducida se encuentra Scopus con 427 investigaciones y finalmente con 108 ejemplares se encuentra la base de datos de Scielo.

Por otro lado, se da a conocer un análisis de bibliometría para los resultados, realizado en el software R como un lenguaje de programación, junto a su entorno RStudio y a su herramienta de observación de datos Bibliometrix, siendo originarios (Aria & Cuccurullo, 2017). Para su utilización, se debe extraer la información de los artículos científicos desde las bases de datos mencionadas anteriormente en formato de “xlsx”, “bit” o “ris” permitiendo generar gráficas que ayudarán a comprender cómo se encuentra el campo investigativo referente a nuestras variables de estudio.

La herramienta Bibliometrix permitió a los investigadores obtener información clasificada y mostrada visualmente de los artículos resultantes de las bases de datos mencionadas anteriormente. Entre las distintas gráficas que muestra la herramienta se destaca la producción científica anual, la producción científica clasificada en países, los autores más destacados, los temas en tendencia en el área investigada, las colaboraciones entre instituciones, redes de coocurrencia, entre otras. A continuación, se muestra la gráfica de producción científica anual.

Figura 2. Producción científica anual



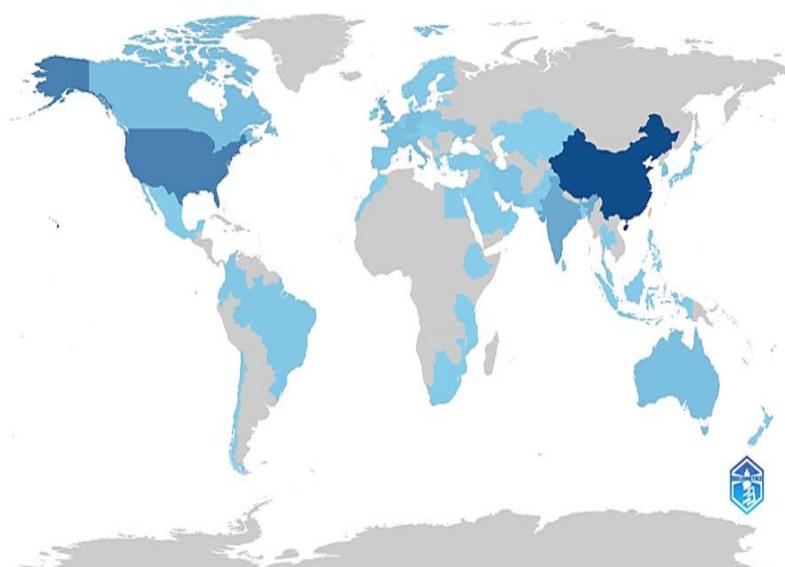
Nota: Elaborado por los autores, obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R

Como se muestra en la figura 2 de la producción científica anual se puede observar la existencia de una tendencia de crecimiento del área investigativa relacionadas con las variables de estudio. Según el diagrama se puede concluir que, a partir del año 2016 hasta la actualidad la producción científica se ha disparado considerablemente de año tras año, también se puede observar que existe una tendencia de reducción cada 2 años y posteriormente va en aumento.

A continuación, se muestra un diagrama donde se puede visualizar la producción científica clasificada por países. Se caracteriza por la utilización de distintos tonos de color azul a celeste, donde los colores más oscuros representan a los países con la mayor cantidad de artículos publicados e inversamente los colores claros a los países de menor producción científica en el área y periodo de tiempo analizados. La herramienta Bibliometrix también nos presenta una tabla con el top 15 de países con mayor producción.

Figura 3. Producción científica por país

Country Scientific Production



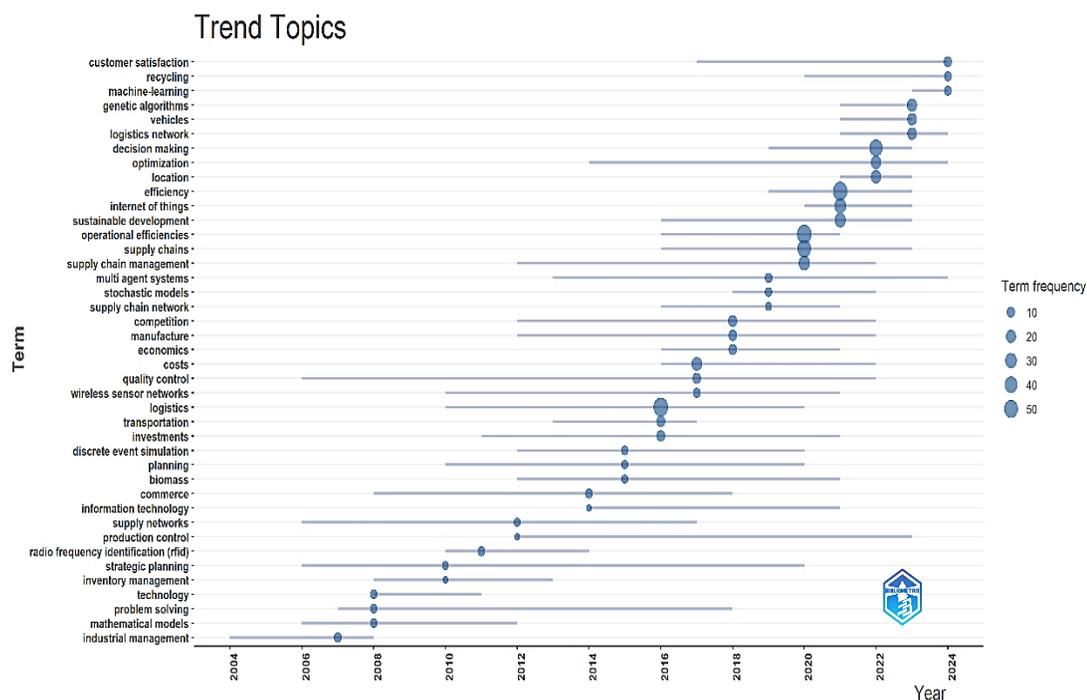
Country	Freq
CHINA	229
USA	133
INDIA	63
UK	45
CANADA	28
GERMANY	28
ITALY	28
FRANCE	23
AUSTRALIA	22
IRAN	20
PORTUGAL	18
SOUTH KOREA	17
POLAND	15
UKRAINE	15
COLOMBIA	13

Nota: Elaborado por los autores, obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R.

Como se puede observar en la Figura 3, los países con mayores contribuciones en la investigación son aquellos en tonos más oscuros, según la imagen, China con un 32,9% del global teniendo 229 artículos siendo líder de producción científica en el campo de red logística y eficiencia operacional, le sigue Estados Unidos con un 19,1% teniendo 133 artículos realizando su aportación al tema de estudio, y finalmente India con un 9% con 63 artículos publicados logra estar en el Top 3 pero con una notable diferencia referencial entre los primeros lugares. Los siguientes países como Reino Unido, Alemania, Italia y Francia sugieren que en el continente europeo existe un crecimiento investigativo relacionados con las variables de estudio, a diferencia de Latinoamérica que solamente Colombia aparece en el global con un 1,9% teniendo 13 artículos publicados.

Por otro lado, se da a conocer la Figura 4 acerca de los temas de tendencia, este gráfico de puntos muestra la evolución temporal e intereses de los temas de investigación relacionados con red logística y eficiencia operacional, los puntos más grandes representan una mayor regularidad de utilización de ciertos términos. Esta gráfica permite visualizar cómo ciertos temas han generado intereses en el área de estudio, además, los investigadores pueden identificar patrones que pueden influir en investigaciones futuras.

Figura 4. Temas de tendencia



Nota: Elaborado por los autores, obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R.

En la Figura 4, se observa que los términos se presentan en el eje vertical, y el tiempo en el eje horizontal, cada línea representa el periodo durante el cual un término ha sido relevante, y los puntos indican la frecuencia de aparición de estos en los artículos científicos en cierto lapso. Palabras como "logistics", "operational efficiencies", "supply chain", y "decision making" son recurrentes y muestran una tendencia creciente en los últimos años, apareciendo 59 – 58 – 48 – 42 veces respectivamente. Nuevas áreas como "internet of things", "supply chain management" y "sustainable development" también muestran una tendencia creciente en los periodos analizados, reflejando popularidad en comparación con otros años.

Igualmente, una gráfica de nube de palabras o Word Cloud mostrada en la Figura 5, en donde dentro de la herramienta Bibliometrix se puede configurar la extensión de la gráfica mediante la cantidad de palabras claves utilizadas. Como resultado se visualizan las palabras clave más frecuentes en el corpus de documentos analizados mediante las bases de datos. Siendo útil para identificar términos de mayor frecuencia pudiendo captar rápidamente los temas centrales y las tendencias en el área de estudio de la investigación.

Figura 5. Nube de palabras (Word cloud)

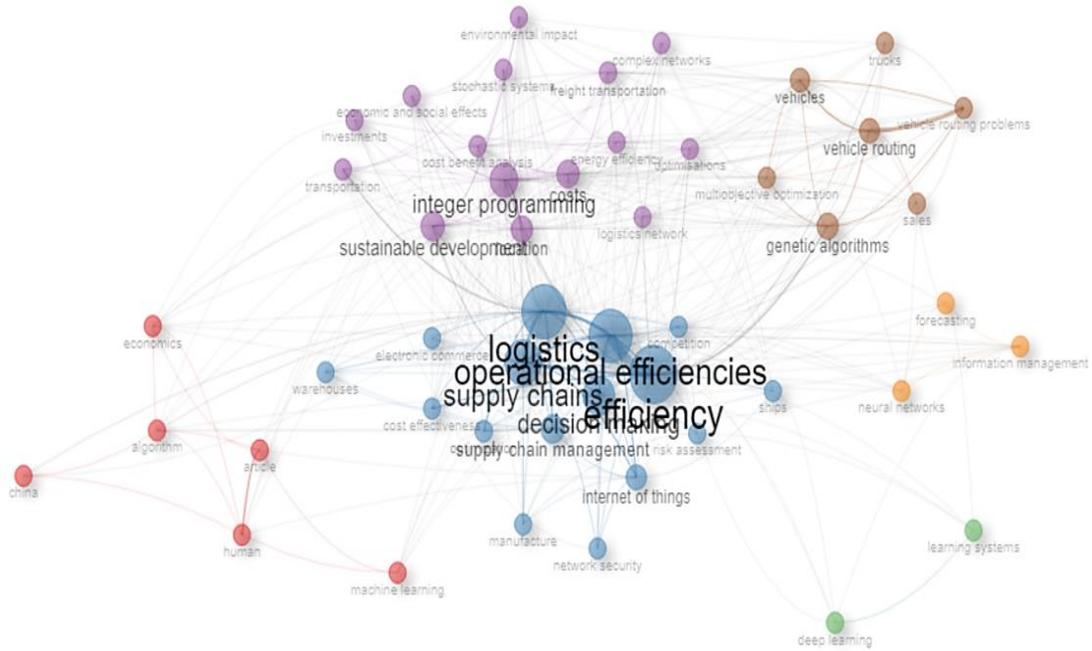


Nota: Elaborado por los autores, obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R.

Se puede observar en la figura 5 una nube creada a partir de las palabras claves registradas en los artículos analizados por Bibliometrix, en la que se puede observar con un mayor tamaño a la palabra “logistics” y seguida por “network”, mostrando una de nuestras variables estudiadas y dando a entender que existe una mayor cantidad de investigaciones relacionadas a estas palabras. Así mismo, se puede observar otras como “chain”, “system”, “supply”, “efficiency” y “management” que demuestran distintos contextos investigativos.

Por otro lado, la Figura 6 presenta un gráfico de red generado con los clústeres obtenidos a través de la herramienta Bibliometrix. Este gráfico ilustra las conexiones entre diversas palabras clave basadas en su coocurrencia en las publicaciones científicas. La representación visual facilita identificar cómo los conceptos están interrelacionados, permitiendo a los investigadores reconocer agrupaciones temáticas y posibles subcampos de estudio. Además, esta herramienta ofrece una perspectiva para detectar temas emergentes y vínculos significativos entre ellos, abriendo la puerta a nuevas líneas de investigación.

Figura 6. Red de coocurrencia de palabras clave

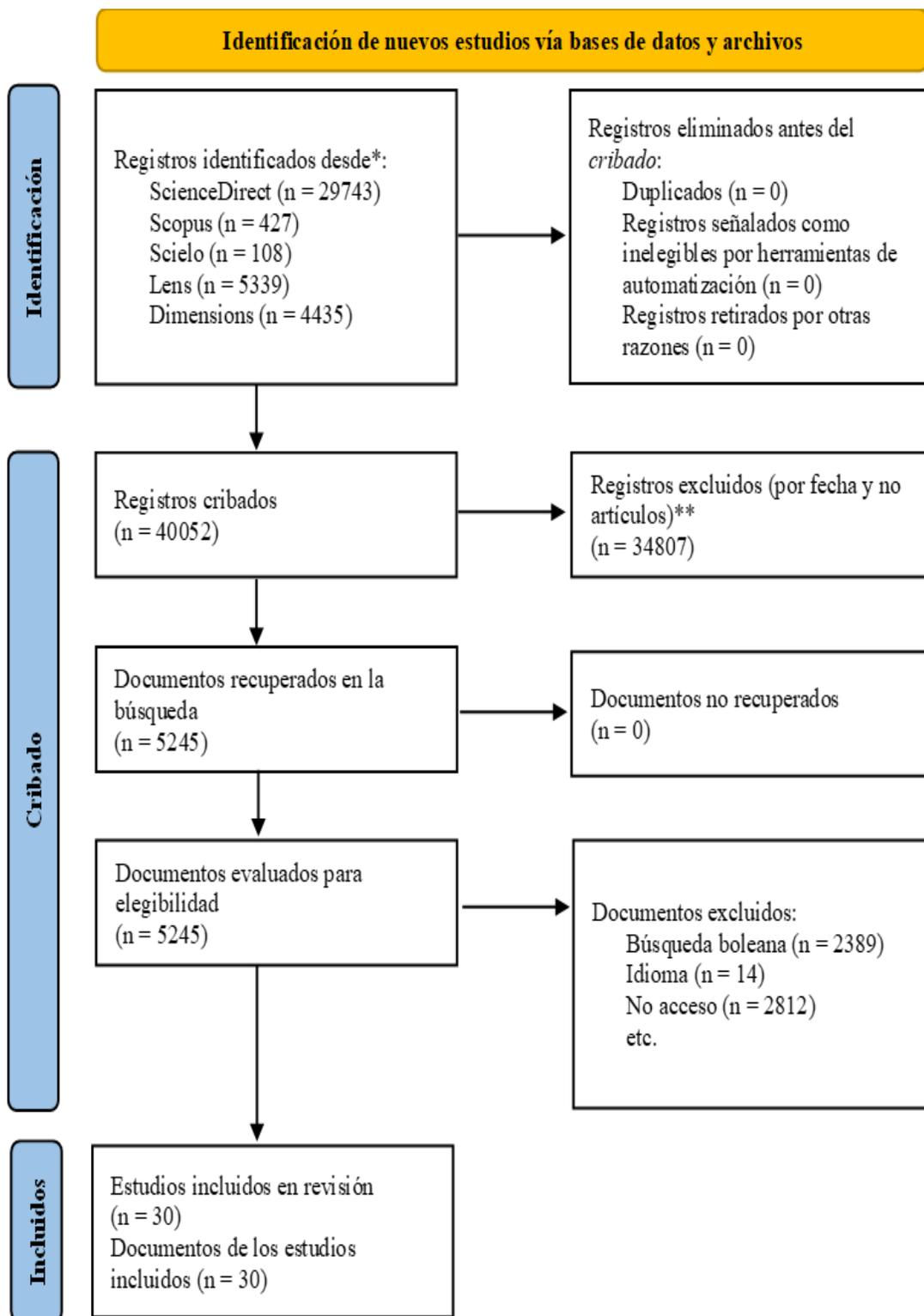


Nota: Elaborado por los autores, obtenido de Bibliometrix – entorno RStudio y software R.

De acuerdo con la Figura 6, los nodos representan palabras clave, y los enlaces indican coocurrencias. El tamaño está relacionado con la frecuencia de aparición de las palabras clave y los colores indican diferentes clústeres temáticos, por ejemplo: el clúster central (en azul oscuro) se centra en términos como "logistics", "operational efficiencies", "supply chain", y "efficiency", siendo este el principal, y diferenciándose de otros colores, ya sea morado, rojo, café, naranja y verde. La densidad de conexiones en el clúster central da a conocer que las palabras ya mencionadas se encuentran más relacionadas entre sí, teniendo una mayor interconexión.

El análisis de bibliometría realizado suministró una visión detallada del estado actual de temas relacionados con la red logística y la eficiencia operacional, indicando un creciente interés por parte de los investigadores. Continuando con la revisión de alcance, posterior a la aplicación de los criterios de elegibilidad para los resultados obtenidos en cada una de las bases de datos ya mencionadas, se presenta la Figura 7 con el resumen de la ejecución de la revisión.

Figura 7. Diagrama Prisma-ScR de la revisión de alcance.



Nota: Elaborado por los autores

En la figura 7 se muestran las etapas de selección de los artículos relevantes para la investigación. Donde se inicia con un total de 40052 unidades y mediante la exclusión por criterios de fecha se redujo a 5245 artículos, luego se aplicaron los criterios de accesibilidad, idioma y la búsqueda boleada realizada por los investigadores se llegó a la cantidad de 30 artículos. Estas investigaciones fueron seleccionadas para ser analizadas y poder encontrar las metodologías y herramientas utilizadas por los autores para la solución de problemas de eficiencia operacional en distintas industrias mediante el diseño de redes logísticas.

4. Extracción de datos

Como última etapa, se presenta una tabla donde se describen los diferentes autores, los títulos y las variables a las que se relacionan según este estudio. La siguiente tabla ayuda a identificar los puntos clave de cada artículo seleccionado, la cual facilita la comparación entre estudios y sirve como base para el análisis de la investigación.

Tabla 2. Resultados de la revisión de alcance

N°	Autores	Título	Variable
1	Wang et al. (2024)	Optimizing Cross-Dock Terminal Location Selection: A Multi-Step Approach Based on CI-DEA–IDOCRIW–MABAC for Enhanced Supply Chain Efficiency—A Case Study	Red logística – Eficiencia operacional
2	Li & Alumur (2024)	Multi-period reverse logistics network design for water resource management in hydraulic fracturing.	Red logística
3	Xia et al. (2024)	Uncertain programming model for designing multi-objective reverse logistics networks	Red logística
4	Babaei et al. (2024)	Innovative supply chain network design with two-step authentication and environmentally friendly blockchain technology	Red logística
5	Sepehri et al. (2024)	Designing a reliable-sustainable supply chain network: adaptive m-objective ϵ -constraint method	Red logística

6	Alzate et al. (2024)	Operational efficiency and sustainability in smart ports: a comprehensive review	Eficiencia operacional
7	Abbasi et al. (2024)	Supply chain network design concerning economy and environmental sustainability: Crisis perspective	Red logística
8	Ma et al. (2024)	Logistics Center Selection and Logistics Network Construction from the Perspective of Urban Geographic Information Fusion	Red logística
9	Alfaro-Rosas et al. (2022)	Logistics Management and its influence on the Logistics Costs of a footwear company	Red logística
10	Castilla et al. (2023b)	Implementation of a TMS system for efficiency in the supply chain.	Red logística – Eficiencia operacional
11	Khoei et al. (2023)	Big data-driven optimization for sustainable reverse logistics network design	Red logística
12	Babaei et al. (2023)	Designing an integrated blockchain-enabled supply chain network under uncertainty	Red logística
13	Abbasi & Ahmadi-Choukolaei (2023)	A systematic review of green supply chain network design literature focusing on carbon policy	Red logística
14	Saffari et al. (2023)	A robust, sustainable, resilient, and responsive model for forward/reverse logistics network design with a new approach based on horizontal collaboration	Red logística
15	Ardi et al. (2023)	Reverse Logistics Network Design for Plastic Waste Management in Jakarta: Robust Optimization Method	Red logística
16	Maceda-Rodríguez et al. (2023)	Diseño de red de distribución para optimizar el reparto en una planta purificadora de agua	Red logística

17	Pérez-Calvay & Fernández-Vallejos (2023)	Modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia en una empresa embotelladora: caso de estudio.	Red logística
18	Zalozhnev & Peremezhko (2022)	IT Project Management: Supply Chain Optimization for Service Operations.	Red logística
19	Jacho (2022)	Optimización de la logística de almacenamiento y distribución de la planta embotelladora de agua, Fuentes San Felipe	Red logística
20	Deza Castillo et al. (2022)	Logistics Management for Competitiveness of a MSE of the balanced food industry against Covid-19	Red logística
21	Joshi (2022)	A review on sustainable supply chain network design: Dimensions, paradigms, concepts, framework, and future directions	Red logística
22	Shahparvari et al. (2021)	Closing the loop: Redesigning sustainable reverse logistics network in uncertain supply chains	Red logística
23	Fathollahi-Fard et al. (2021)	Two hybrid meta-heuristic algorithms for a dual-channel closed-loop supply chain network design problem in the tire industry under uncertainty	Red logística
24	Feng et al. (2021)	Optimización multiobjetivo de la red logística de la cadena de suministro de reciclaje y remanufactura con capacidad escalable en condiciones de incertidumbre	Red logística
25	Hosseini-Motlagh et al. (2021)	Strategic optimization of wheat supply chain network under uncertainty: a real case study	Red logística
26	Aloui et al. (2021)	Designing a resilient and sustainable logistics network under epidemic disruptions and demand uncertainty	Red logística
27	Gupta et al. (2021)	Significance of multi-objective optimization in	Red logística

		logistics problem for multi-product supply chain network under the intuitionistic fuzzy environment	
28	Nam & Park (2020)	Improving the Operational Efficiency of Parcel Delivery Network with a Bi-Level Decision-Making Model.	Red logística – Eficiencia operacional
29	Deng et al. (2020)	Collaborative multicenter logistics delivery network optimization with resource sharing	Red logística – Eficiencia operacional
30	Dong et al. (2020)	Design of a sustainable maritime multi-modal distribution network – Case study from automotive logistics	Red logística

Nota: Elaborado por los autores

En la tabla 2 se presentan diferentes estudios sobre el diseño y optimización en la red logística. Estas investigaciones abordan temas como la elección de centros logísticos y el uso de tecnologías innovadoras como blockchain y big data para optimizar las operaciones. Cada estudio empleó diferentes métodos para abordar estos problemas, lo que refleja la complejidad del tema y la variedad de los enfoques que se puedan adoptar. Además, muestran cómo la selección de metodologías depende del contexto y los objetivos que se buscan alcanzar en cada estudio.

A partir de los resultados de esta tabla, se plantea una tabla 3 que resume los datos más relevantes de cada investigación, incluyendo las metodologías, técnicas e instrumentos de recolección de datos para llevar a cabo sus investigaciones.

Tabla 3. *Extracción de datos de los artículos seleccionados*

N°	Metodología	Técnicas	Instrumento
1	Cross Dock	Observación – Encuesta	Guía de observación – Cuestionario
2	Método SAA	Observación	Guía de observación
3	NSGA-III	Observación	Guía de observación
4	Blockchain	Encuesta	Cuestionario
5	FLAIP	Observación	Guía de observación

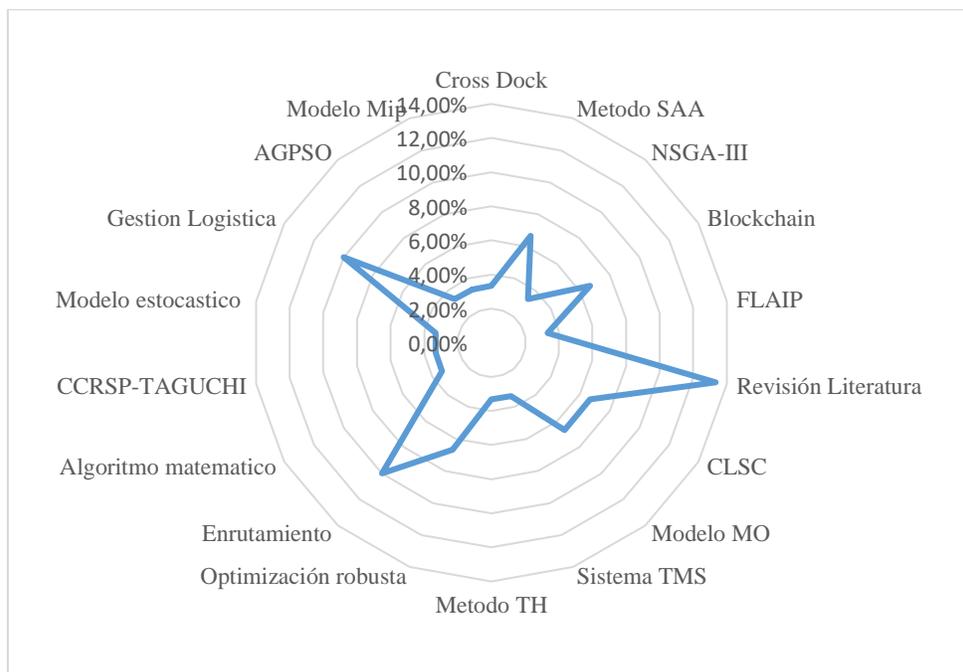
6	Revisión de la literatura	Análisis documental	Lista de verificación
7	CLSC	Observación – Análisis documental	Guía de observación – Lista de verificación
8	Revisión de la literatura	Análisis documental	Lista de verificación
9	Gestión de la logística.	Observación – Encuesta	Guía de observación – cuestionario
10	Sistema TMS	Observación	Guía de observación
11	Método SAA	Observación	Guía de observación
12	Blockchain	Encuesta	Cuestionario
13	Revisión de la literatura	Análisis documental	Lista de verificación
14	Método TH	Observación	Guía de observación
15	Optimización robusta	Observación – Entrevista-Análisis documental	Guía de observación – Lista de verificación- Guía entrevista
16	Enrutamiento	Observación – Encuesta	Guía de observación – cuestionario
17	Algoritmo matemático	Observación	Cuestionario
18	Enrutamiento	Observación – Encuesta	Guía de observación – Cuestionario
19	Revisión de la literatura	Análisis documental	Lista de verificación
20	CCRSP-TAGUCHI	Observación - Análisis documental	Guía de observación – Lista de verificación
21	CLCS	Observación-Encuesta	Guía de observación – Cuestionario
22	Modelo MO	Observación- Entrevista	Guía de observación – Guía de entrevista - Lista de verificación
23	Optimización robusta	Observación – Encuesta	Guía de observación – Cuestionario
24	Modelo estocástico	Observación – Análisis documental	Guía de observación – Lista de verificación
25	Gestión de la logística	Observación - Encuesta	Guía de observación - Guía de entrevista - cuestionario
26	Modelo MO	Observación - Entrevista	Guía de observación - Guía de entrevista -
27	Gestión de la logística	Observación - Encuesta	Guía de observación -

			Cuestionario-
28	Enrutamiento	Observación – encuesta	Guía de observación – cuestionario
29	AGPSO	Observación – Entrevista	Guía de observación – guía de entrevista
30	Modelo MIP	Observación	Guía de observación

Nota: Elaborado por los autores

Con el fin de analizar los resultados de la Tabla 3, se plantean gráficas destinadas a cada una de las categorías mencionadas con el objetivo de analizar las de mayor utilización en el campo de estudio. Iniciando con la comparación de las metodologías utilizadas, presentadas en la Figura 8 mediante un diagrama de radar, destacando un total de 18 metodologías que aplicaron los autores de la Tabla 2.

Figura 8. Gráfico de radar de las metodologías utilizadas por los autores



Nota: Elaborado por los autores

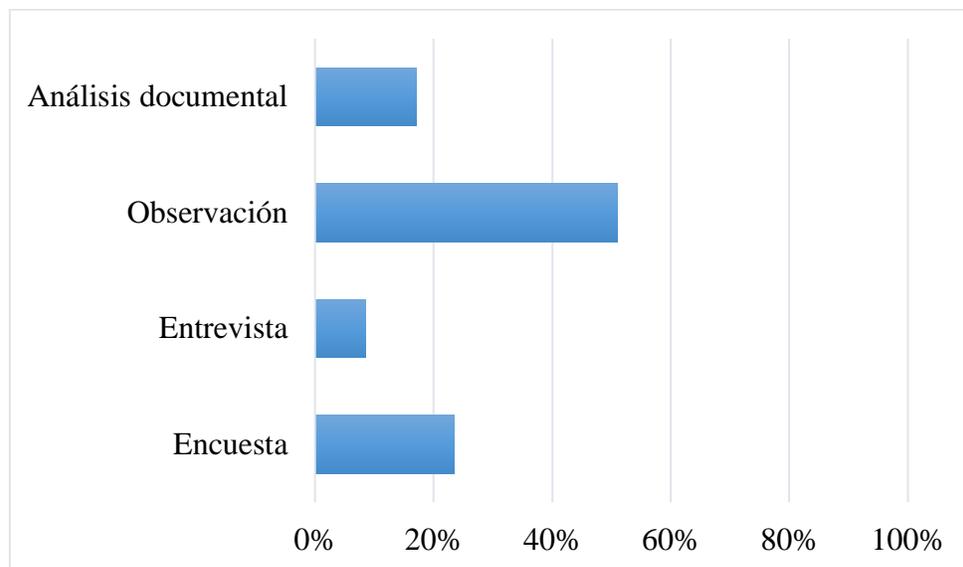
La gráfica de radar de la Figura 8 revela una distribución variada de metodologías empleadas en los estudios revisados. El modelo de gestión logística es uno de los métodos más usados con un 10% como herramienta de optimización logística y cadena de suministro. Así mismo el enrutamiento con un 10% siendo eficaz para determinar las rutas más rápidas y con menor costo. Finalmente, se encuentran los modelos multiobjetivo, optimización robusta y blockchain con un 6,67% utilizados en entornos con un nivel alto

de incertidumbre. Se puede observar una variedad metodológica enfocada al diseño y gestión de redes logísticas, donde cada una tiene ventajas específicas dependiendo del entorno y los objetivos de estudio.

Paradigma investigación de técnicas – caso individual

En los artículos analizados en la presente investigación se puede observar la utilización de diversas técnicas para la recolección de datos esenciales para la implementación de sus metodologías correspondientes. A continuación, se presenta un diagrama de barras donde se representa la frecuencia de utilización de las diferentes técnicas de manera individual, siendo estas el análisis documental, la observación, entrevista y la encuesta. Esta representación ayuda a poder comparar el grado de preferencia en las investigaciones del campo de las redes logísticas y la eficiencia operacional.

Figura 9. Gráfica de barras horizontal de las técnicas utilizadas



Nota: Elaborado por los autores

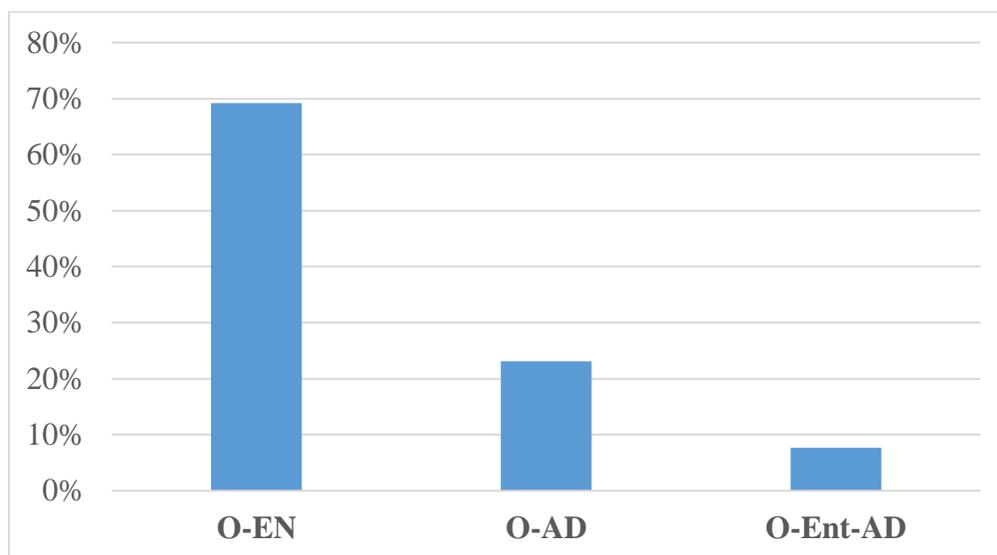
En la Figura 10 se ilustra que las técnicas más frecuentemente utilizadas son la observación (O) con un 51 % y la encuesta (Enc) con 23%, con una predominancia sobre las demás técnicas. Es decir, se destaca que la observación es la técnica más útil, ya que permite recolectar datos directamente de las operaciones logísticas. Además, la encuesta es otro método importante, que consiste en obtener información valiosa a través de cuestionarios a un grupo específico. Sin embargo, el análisis documental (AD) y las entrevistas (Ent) se usan con menos frecuencias con un 17% y un 9% respectivamente, lo

que podría indicar una preferencia por métodos que brinden datos más directos o cuantificables. Con esto, se toma en consideración la aplicación de la observación y apoyándose en una encuesta para el presente estudio.

Paradigma investigación de técnicas – caso múltiples técnicas

Durante el análisis de los artículos resultantes de la revisión de alcance, se ha identificado la utilización de combinación de distintas técnicas de recolección de datos, esto con el objetivo de obtener resultados con un nivel mayor de precisión. A continuación, se presenta un diagrama de barras que ilustra las combinaciones más frecuentes de estas técnicas, tales como la integración del análisis documental con la entrevista, la observación con encuestas, entre otras. Esto permite observar cómo las distintas técnicas se complementan entre sí para obtener datos más completos y detallados.

Figura 10. *Combinación de técnicas de recolección de datos*



Nota: Elaborado por los autores

Se observa un total de 13 estudios, representando un 43% que optaron por combinar técnicas de recolección de datos. Esta combinación permite analizar el fenómeno desde distintas perspectivas, con el fin de obtener conclusiones más precisas y detalladas. La observación con la encuesta cuenta con una frecuencia del 69%, esta combinación puede brindar una mejor comprensión del objeto de estudio al visualizarlo directamente con el apoyo de un cuestionario con el objetivo de medir actitudes y comportamientos de las variables. La combinación de la observación y análisis documental aparece con un 23%, que permite hacer un contraste de lo observado

directamente del fenómeno con los datos ya existentes. Por último, la combinación de la observación, entrevista y análisis documental (8%) también presente en 1 caso que a pesar de su poca aparición plantea un análisis desde varios puntos de vista. Mediante las distintas combinaciones propuestas por los autores, buscan estudiar los fenómenos o variables de manera integral obteniendo conclusiones con un nivel de precisión adecuado.

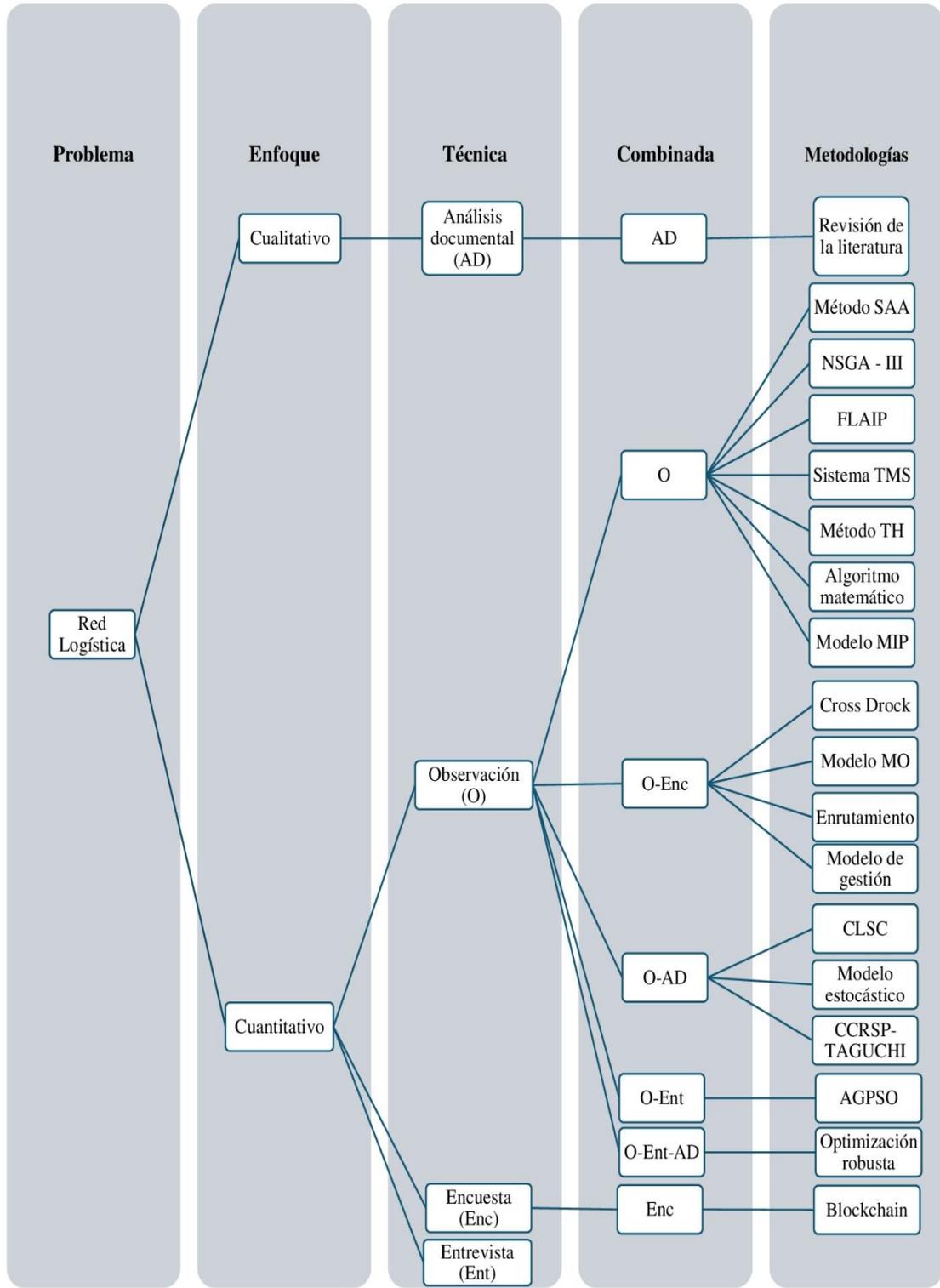
Delineación del protocolo

Como resultado de la revisión de alcance realizada en la investigación se presenta un protocolo donde se detalla la integración de las diferentes metodologías utilizadas para el diseño de redes logísticas y la mejora de la eficiencia operacional. Partiendo del tipo de enfoque investigativo, siendo el cuantitativo utilizado para establecer pautas del comportamiento de las variables para probar hipótesis mediante la recolección de datos numéricos y luego siendo analizados estadísticamente con el objetivo de obtener una perspectiva más precisa y objetiva. El cualitativo permite un análisis más profundo de los factores no medibles pero primordiales que se deben tomar en cuenta al diseñar una red logística.

Mediante una búsqueda y análisis exhaustivo se determina que las metodologías mayores utilizadas son la gestión logística (10%) destacándose por su capacidad de optimización de eslabones pertenecientes al sistema logístico permitiendo una coordinación de los procesos involucrados obteniendo operaciones fluidas y el Modelo de Enrutamiento (10%) que plantea el diseño de rutas óptimas para atender una variedad de puntos de entrega logrando ser eficientes en tiempos de entrega y la utilización de recursos. Mientras que los métodos de blockchain, SAA, y optimización robusta con un 6,67% fueron utilizados en la solución de sistemas con niveles de incertidumbre buscando manejar la variabilidad del entorno y proporcionando un marco sólido para la toma de decisiones.

Mientras que las técnicas de recolección se destaca la observación (51%) de manera individual, seguida de la encuesta (23%), luego el análisis documental (17%) y por último la entrevista (9%). En la combinación de técnicas se destaca la observación junto con la encuesta (69%) proporcionando una visión amplia e integral con el objetivo de tener mejores resultados en la recolección de datos necesarios para formular una solución adecuada al problema estudiado.

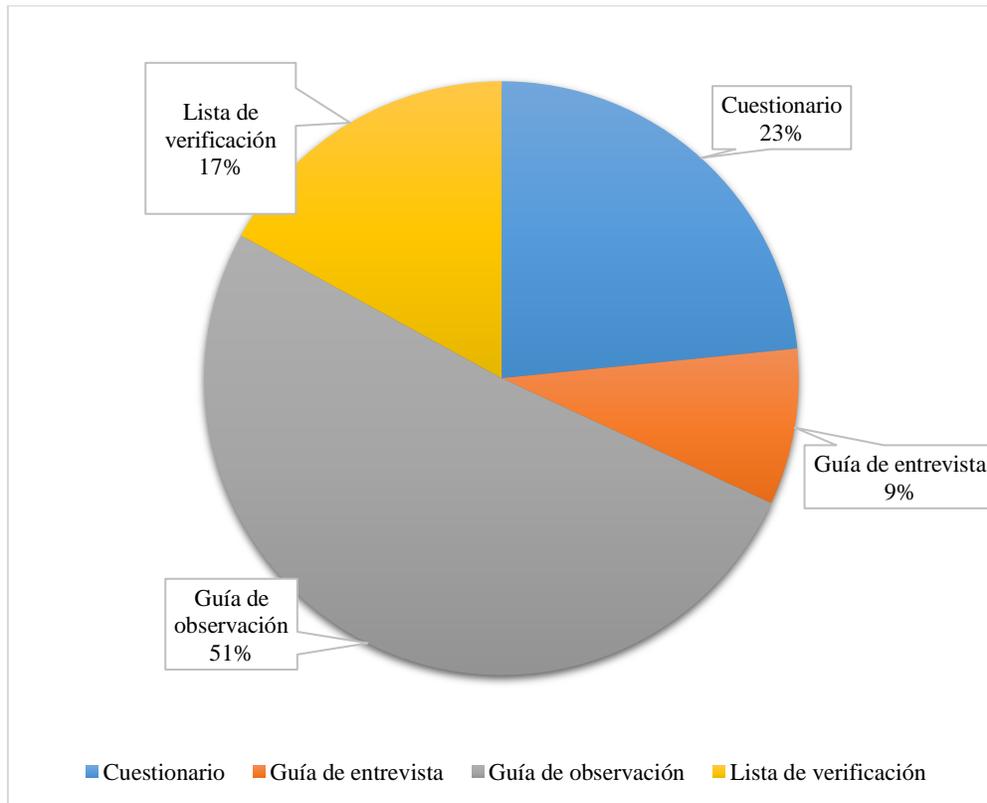
Figura 11. Protocolo de investigación



Nota: Elaborado por los autores en base a Muyulema-Allaica & Tapias-Molina (2024)

A continuación, se presenta una gráfica de pastel que ilustra los instrumentos de recolección de datos que están relacionados con las técnicas mencionadas anteriormente. Entre estos instrumentos se encuentran la guía de observación, el cuestionario, lista de verificación y la guía de entrevista.

Figura 12. Gráfica de pastel de los instrumentos utilizados



Nota: Realizado por los autores

La figura 12 muestra que los instrumentos más usados son la guía de observación representando el 51%, seguida por el cuestionario con un 23%. Esto destaca su efectividad para recolectar datos cuantitativos y brindar detalles contextuales sobre las operaciones logísticas. Por otro lado, la lista de verificación y la guía de entrevista, aunque menos frecuentes con un 17% y 9% respectivamente, se emplean para obtener información estructurada lo que facilita su análisis.

Discusión de resultados

La investigación sobre redes logísticas en la empresa Man Water ha dado como resultado un análisis exhaustivo en diferentes motores de búsquedas dando como resultado 40,052 artículos científicos. Mediante el uso del software Bibliometrix aplicando criterios

de inclusión, exclusión y operadores booleanos, logramos reducir significativamente la información recolectada basándonos en información relevante inmersa a las variables de estudio, teniendo un enfoque que nos permitió comprender a profundidad la problemática actual y diseñar estrategias efectivas para optimizar la eficiencia operativa.

Mediante el enfoque bibliométrico realizado con las herramientas R y RStudio logrando construir una sólida base de datos descargable en Excel, evidenciando la tendencia de publicaciones y menciones de autores que enfatizaban artículos relacionados con redes logísticas y eficiencia operativa, redundando la investigación a partir del año 2015. Estos datos reflejan interés predominante en el desarrollo de los temas de investigación en los países que más publican sobre los temas, colocando en orden jerárquico de mayor a menor tomando como entes principales a China, Estados Unidos, India, Alemania y Reino Unido en la divulgación de información pertinente al uso de recursos y mejoras efectivas en la logística de producción.

El análisis de las palabras clave, pertinentes arrojaron resultados de evolución en áreas de estudio que hacen énfasis en conceptos como logística, eficiencia operacional, cadena de suministro y toma de decisiones. Palabras como internet de las cosas y desarrollo sostenible son nuevas y muestran que los estudios hechos están en cambiante movimiento adaptándose a los estudios de nuevas tecnologías y a la importancia de cuidar el medio ambiente. Esto sugiere que el progreso de la red logística no solo se centra en la eficiencia operacional sino también en la sostenibilidad y la integración de nuevas tecnologías.

La evaluación de metodologías en la literatura revisada, presentada en la gráfica de radar, indicó una variedad de enfoques, el modelo de enrutamiento y modelos de la gestión logística siendo las de mayor ponderación por su amplia utilización en la solución de problemas relacionadas a las variables de estudio. Existen varias maneras distintas de crear y administrar las rutas que siguen los productos, es así como cada método tiene sus propias ventajas, pero lo que funciona mejor depende de cómo sea la situación. El 69% de los estudios recurrió a la observación directa y a encuestas para obtener datos precisos y coherentes relacionados con las variables de estudio, la preferencia por estas técnicas subraya la necesidad de un enfoque detallado y contextualizado en la recopilación de

datos, asegurando así una comprensión profunda y precisa de los desafíos y oportunidades en la red logística de la empresa Man Water.

1.3 Fundamentos teóricos

Cadena de suministro

Según Bonilla et al. (2020) la cadena de suministro es un conjunto de procesos y actividades que se encuentran interconectadas, siendo necesarios para hacer llegar el producto o servicio desde el origen hasta el cliente. Estos elementos trabajan en conjunto para satisfacer la demanda de manera eficiente. La cadena de suministro es un sistema integrado por tres elementos clave: aprovisionamiento, producción y distribución, donde cada uno de estos elementos está estrechamente relacionado y trabaja en conjunto para trasladar un producto desde el punto de origen hasta el consumidor final. El aprovisionamiento suministra las materias primas, la producción de productos y la distribución se encarga de entregarlos al cliente.

Eficiencia

Según George-Quintero et al. (2022) la eficiencia es la capacidad de lograr los objetivos propuestos utilizando la menor cantidad de recursos posibles. Así mismo, Escalante & González (2015) menciona qué significa el producir los bienes y servicios de alta cantidad utilizando la menor cantidad de tiempo. Bajo este contexto, se puede decir que la eficiencia cambia su contexto según el área en cuestión, pero mantiene el mismo propósito siendo la realización de las actividades la forma óptima. Es decir, que la eficiencia es la capacidad de cumplir con las tareas utilizando la cantidad mínima de recursos. La eficiencia se refiere a la habilidad para cumplir con los objetivos establecidos utilizando la menor cantidad de recursos necesarios, como tiempo, dinero, materiales o energía. Esto implica optimizar los procesos y reducir cualquier desperdicio, de modo que se logren los resultados deseados con el menor costo o esfuerzo posible.

Logística

La logística se considera un elemento directo de la cadena de suministro que tiene como objetivo mejorar la eficiencia del proceso, desde su inicio hasta la entrega del producto al consumidor final asegurando la minimización de los costos operativos sin reducir la calidad del producto (Bonilla et al., 2020). Es la encargada de gerenciar de manera estratégica la adquisición, el movimiento y el control de inventarios de tal manera

que la organización presente una rentabilidad maximizada en relación con sus costos (Castellanos, 2009).

La logística es un componente clave dentro de la cadena de suministro, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia en todas las etapas, desde la fabricación hasta la distribución al cliente final. Busca minimizar los costos operativos, manteniendo al mismo tiempo la calidad del producto.

Eficacia

Es el nivel en el que las actividades que se han planificado se ejecutan correctamente y los resultados esperados se logran de manera efectiva. Según George-Quintero et al. (2022) es importante darle prioridad y coordinar de manera adecuada las actividades para cumplir con los objetivos de la manera más eficiente. Esto no solo facilita el cumplimiento de metas, sino que también optimiza el uso de recursos, mejora la toma de decisiones y minimiza el riesgo de retrasos o desvíos en los procesos, asegurando que todo el esfuerzo esté alineado con los resultados deseados.

Productividad

Según Ramírez et al. (2022) se define como la manera de utilizar los recursos de producción como el recurso humano, materia prima, capital financiero y tiempo para generar los bienes y servicios ofrecidos al mercado.

La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos disponibles, incluyendo el personal, las materias primas, el capital financiero y el tiempo, para generar los bienes y servicios que se ponen en el mercado.

Diseño de red

El diseño de una red implica la optimización de toda la estructura de un sistema de transporte. Esto incluye determinar la cantidad y la ubicación más adecuada de centros de distribución, almacenes y puntos de transporte. Al ubicar estas instalaciones de forma estratégica, las empresas pueden reducir costos de transporte, acortar los tiempos de entrega y mejorar su capacidad de adaptación a las necesidades del cliente (Kumari & Kumar, 2023).

El diseño de una red no solo se trata de mejorar el transporte, sino también de desarrollar una infraestructura logística que facilite el movimiento eficiente de productos. Al determinar la cantidad y ubicación de los centros de distribución, almacenes y puntos

de transporte, las organizaciones se aseguran de que los productos lleguen al consumidor final de manera rápida y a un precio accesible.

Optimización logística

La optimización logística se centra en hacer más eficientes los procesos relacionados con el transporte, el almacenamiento y la distribución. Esto incluye la mejora de las rutas, la elección de los medios de transporte más apropiados, la consolidación de envíos y la mejora del diseño de los almacenes (Kumari & Kumar, 2023).

El objetivo de la optimización logística es aumentar la eficiencia en la gestión de recursos en cada etapa de la cadena de suministro. Se centra en asegurar que cada etapa, desde el transporte hasta el almacenamiento y la distribución, se realice de manera eficiente, reduciendo costos y tiempos. Esto se logra mediante una planificación cuidadosa, el uso de tecnologías adecuadas y la implementación de soluciones innovadoras que permitan un flujo de productos más ágil y rentable.

VRP (vehicle routing problem)

El modelo VRP es una solución de ruteo que tiene como objetivo encontrar la ruta de entrega con el menor costo posible asociado a recorrer una menor cantidad de distancia y tiempo, teniendo como restricciones ventanas de atención, capacidad de los vehículos, demanda de los clientes, entre otros. (Zapata & Ararat, 2020).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de investigación

En el capítulo 1 se analizaron las investigaciones relacionadas acerca de distintos métodos para la mejora de la eficiencia operacional de las redes logísticas que nos brindó las herramientas, técnicas e instrumentos necesarios para desarrollar un diseño de red logística que esté adecuado a las necesidades de la empresa Man Water.

En la presente investigación se utilizará un enfoque cuantitativo que permitirá proporcionar datos confiables y medibles, que busquen evaluar con precisión la eficiencia operacional logrando identificar oportunidades de mejora. Según Sánchez Flores (2019) este enfoque se caracteriza por emplear técnicas estadísticas para el análisis de los datos recolectados, con el objetivo de describir, predecir y controlar objetivamente las causas de los fenómenos estudiados.

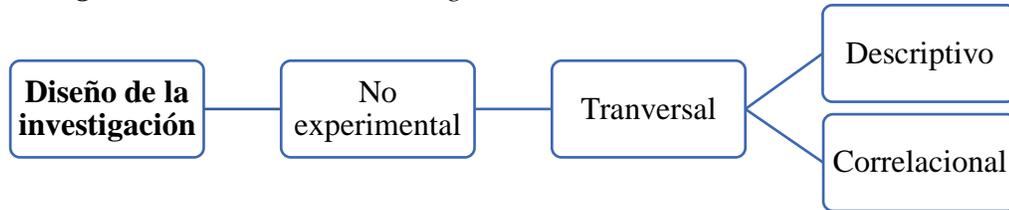
2.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación engloba un conjunto de procedimientos que van guiados a encontrar la solución óptima a un problema, dando facilidad al investigador en el desarrollo del estudio tratado (Niño-Rojas, 2011). En la investigación actual se utilizará un diseño de tipo no experimental donde no existe la manipulación deliberada de las variables, lo que se realiza es la observación de los fenómenos en su contexto natural y situaciones ya existentes. En la investigación no experimental el investigador no tiene control sobre las variables en estudio, al igual que los efectos que puedan causar las mismas. A su vez, el estudio será de tipo transeccional o transversal porque los datos se obtendrán en un mismo lugar y en un tiempo determinado. (Hernández-Sampieri et al., 2014a)

Investigación descriptiva: Se identifican los eslabones, actividades y características que conforman la red logística (variable independiente) y la eficiencia operacional (variable dependiente) de la empresa, de esta manera se puede describir con precisión los factores relacionados a la problemática planteada en el tema de estudio.

Investigación correlacional: Se establece la relación entre la variable dependiente e independiente con el propósito de determinar el efecto del diseño de una red logística en la empresa Man Water.

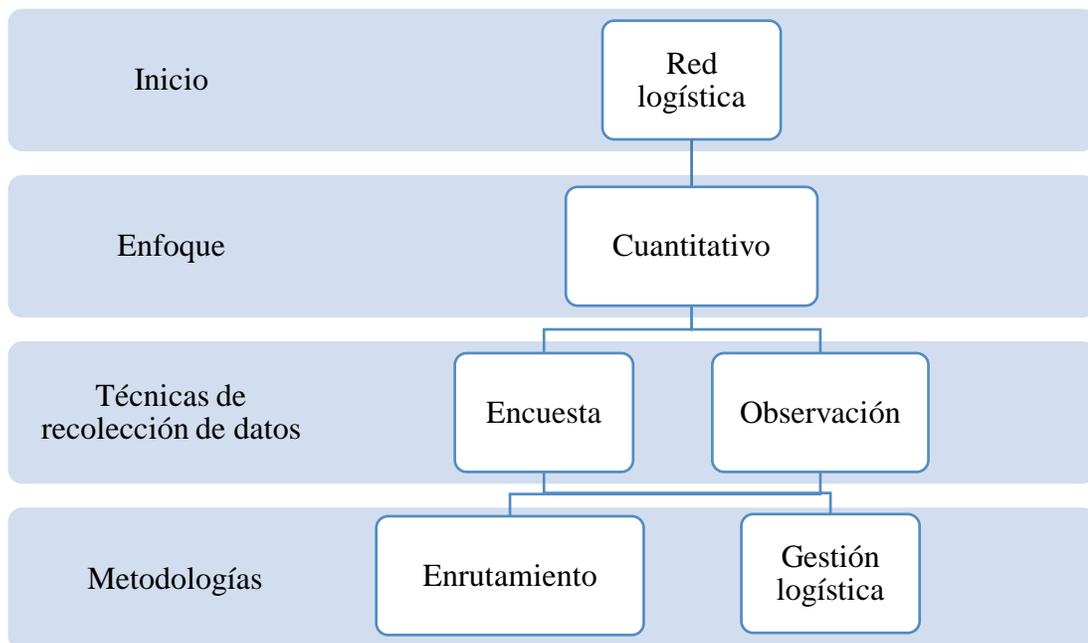
Figura 13. Diseño de la investigación



Nota. Realizado por los autores en base (Hernández- Sampieri et al., 2014a)

Una vez descrito el diseño investigativo de este estudio, se presenta un protocolo que ha sido desarrollado cuidadosamente de acuerdo con el enfoque y el tipo de investigación previamente expuesto. El mismo que tiene como base los resultados encontrados en la revisión de alcance (Capítulo 1, Sección 1.2) y servirá como una guía determinando los elementos adecuados para que la investigación sea organizada y coherente. El protocolo investigativo se puede considerar como el procedimiento que se utilizó para asegurar el perfecto desarrollo del estudio en el cual se incluyen las técnicas de recolección de datos y las metodologías seleccionadas.

Figura 14. Protocolo de investigación



Nota. Realizado por los autores

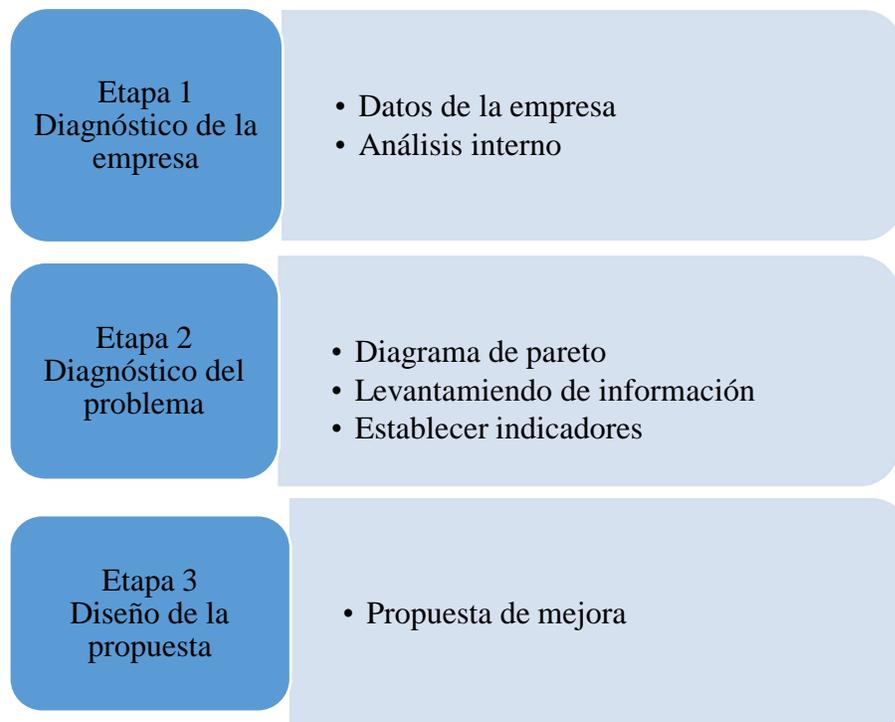
En la figura 14 se muestra un diagrama que muestra el enfoque cuantitativo de la investigación, en conjunto las técnicas de la observación y la encuesta para la recolección de datos necesarios para el desarrollo investigativo. Finalmente, se encuentran las metodologías óptimas para el problema analizado siendo el modelo de gestión logística y el modelo de enrutamiento vehicular.

Bajo este contexto, se debe plantear cuáles son los pasos que se deben seguir para la implementación de las metodologías seleccionadas, para esto se usará como base las investigaciones previas por otros autores y se mostrará en la siguiente sección.

2.3 Procedimiento metodológico

Con base en los hallazgos del estado del arte en el capítulo 1 (Sección 1.2.1) el procedimiento metodológico realizado en la investigación se apoya en la perspectiva planteada por Maceda-Rodríguez et al. (2023) y Alfaro-Rosas et al. (2022), quienes realizaron un diseño de red de distribución para optimizar el reparto de agua de la empresa y un sistema de gestión logístico. Para esto, utilizaron herramientas para diagnosticar el sistema actual e identificar los problemas para luego proponer mejoras.

Figura 15. Etapas del procedimiento metodológico



Nota. Realizado por los autores en base a (Alfaro-Rosas et al., 2022; Maceda-Rodríguez et al., 2023)

Etapa 1. Diagnóstico de la empresa

- **Datos de la empresa.** - Se presentan adecuadamente los datos fundamentales de la empresa como razón social, dirección física, actividad económica y cualquier información que se considere relevante para identificar correctamente su operación.
- **Análisis interno.** - Se realiza la descripción de los procesos claves involucrados en la logística interna, esto incluye la estructura organizacional a través de diagramas, mapa de procesos, layout actual y diagrama logístico.
- **Análisis externo.** - Se identifican los principales clientes, la demanda actual a través de registros que contengan la empresa y el sistema de distribución utilizado para la entrega de los productos.

Etapa 2. Diagnóstico del problema.

- **Diagrama de Pareto.** - Es una herramienta gráfica de análisis de causas de problemas permitiendo establecer prioridades y mejorar la asignación de recursos.
- **Identificación de problemas.** - Se establecen los problemas potenciales que requieren una intervención de mejora.

Etapa 3. Propuesta de mejoras a la problemática.

En la etapa final se establecen las soluciones para mejorar la logística actual de la empresa como métodos de seguimiento, recursos y herramientas a utilizar para lograr establecer las soluciones adecuadas para la organización.

2.4 Censo poblacional

Según Del Cid et al. (2011), el censo es el procedimiento propuesto que se utiliza para estudiar la totalidad de elementos de una población. Sin embargo, se refiere a censos direccionados a poblaciones específicas de sujetos para la investigación, es decir, una cantidad menor de personas en comparación a los censos nacionales.

En este contexto, para el presente trabajo de investigación la muestra es de carácter censal por la existencia de una cantidad reducida de sujetos que conforman la empresa en cuestión. La población es de un total de 11 trabajadores los cuales van desde el gerente general, choferes, oficiales y operarios de planta.

Tabla 4. Censo poblacional

Personal de la empresa Man Water		
Sujeto	Cantidad	Porcentaje
Gerente	1	9%
Producción	3	27%
Choferes	7	64%
TOTAL	11	100%

Nota. Realizado por los autores

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

2.5.1 Métodos de recolección de los datos

El método usado para esta investigación es el deductivo, que según Del Cid et al. (2011) se parte de lo general a lo específico y consiste en que a partir de un marco teórico o conceptual se formula una hipótesis, se recogen datos para corroborar la realidad pudiendo confirmar o negar la hipótesis planteada. Una vez seleccionado el diseño de investigación, métodos y población adecuados acordes a nuestra pregunta de investigación de **¿Cómo puede diseñarse una red logística para la eficiencia operacional en la empresa Man Water?**, según Hernández- Sampieri et al. (2014a) la siguiente etapa consiste en la recolección de datos pertinentes para el caso de estudio e implica la elaboración de un plan detallado de procedimientos que permitan reunir estos datos.

Figura 16. Plan de recolección de datos

¿Cuáles son las fuentes de las que se obtendrán los datos?

- Trabajadores de la empresa Man Water

¿En dónde se localizan tales fuentes?

- Via Ancón, provincia de Santa Elena

¿A través de qué método vamos a recolectar los datos?

- Observación y encuesta

¿Mediante qué técnica se analizarán los datos?

- Software

Nota. Realizado por los autores en base a Hernández- Sampieri et al. (2014b)

2.5.2 Técnicas de recolección de los datos

Con base en el estado del arte del capítulo 1 la técnica de mayor relevancia es la técnica de observación seguida de la encuesta, además de que la combinación de estas se destaca de otras (sección 12.1). Bajo este contexto, se utilizará la combinación mencionada para tener una visión integral en la investigación y tener un mejor resultado.

Técnica de observación

La técnica de observación se basa en el acercamiento al fenómeno en estudio y ver directamente su comportamiento o lo que sucede. Es importante considerar que el observador no debe ser percibido por los sujetos en estudio porque pueden cambiar su comportamiento natural (Del Cid et al., 2011).

Técnica de encuesta

La técnica de la encuesta es la aplicación de un procedimiento estandarizado, donde se recolecta información de una población, los datos son cuantificables para luego ser analizados (Del Cid; Alma et al., 2011).

2.5.3 Instrumentos de recolección de los datos

El instrumento de recolección de datos es el recurso por el cual el investigador puede acercarse al fenómeno de estudio y extraer los datos necesarios, con la finalidad de verificar el logro de los objetivos investigativos, medir variables o demostrar hipótesis (Niño-Rojas, 2011).

Con la finalidad de recolectar datos, se estableció la utilización de un cuestionario donde involucren 10 preguntas cerradas dirigidas a la variable independiente (red logística) y la variable dependiente (eficiencia operacional). Los datos recolectados se ingresarán en el software Minitab para su respectivo análisis.

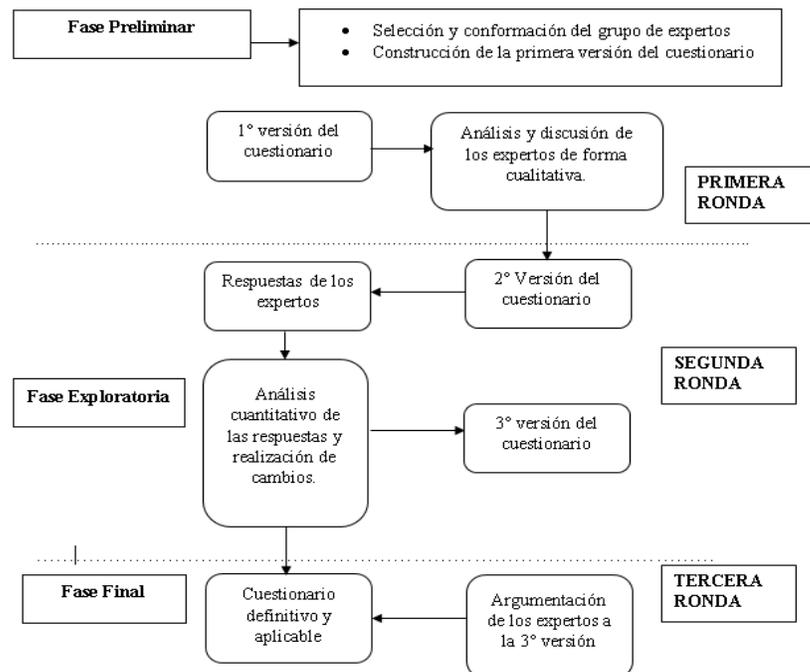
2.5.4 Procedimiento de validación del instrumento

Validez

Para la validez del instrumento se utiliza el método Delphi que es un procedimiento sistemático que se basa en la recopilación de la opinión de expertos sobre el tema de estudio con el objetivo de utilizar los criterios para la configuración del instrumento (Blasco Mira et al., 2010). A continuación, se muestra el procedimiento para la aplicación del método Delphi que consta de 3 fases: Preliminar, exploratoria y final.

- **Fase preliminar:** En esta fase inicial se selecciona al grupo de expertos que deben cumplir criterios como: conocimiento del método Delphi, experiencia en el área de investigación y disposición de participación. En esta fase se presenta una primera versión del cuestionario al grupo de expertos para una revisión cualitativa siendo la primera ronda.
- **Fase exploratoria:** En esta fase se realizan los cambios propuestos por el grupo de expertos en la primera ronda de revisión según criterios cualitativos. Posteriormente, se somete a una segunda ronda de revisión donde ya se realiza un análisis estadístico mediante la recolección de las respuestas en el instrumento de validación que constará con una escala de respuesta de Likert de 5 categorías. Esto permitirá un análisis de tipo cuantitativo para la realización de mejoras del instrumento. Por último, se presenta una tercera ronda que consiste en la revisión del cuestionario ya adecuado al criterio de los expertos con los argumentos unificados sobre el cuestionario desde un punto cuantitativo.
- **Fase final:** Se sintetizan los resultados del proceso de validación y construcción del formato final del cuestionario para su posterior aplicación.

Figura 17. Procedimiento Método Delphi



Nota. Realizado por los autores en base a Blasco Mira et al. (2010)

Confiabilidad

Para evaluar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos se realizará por medio del coeficiente de Cronbach. Según Tuapanta Dacto et al. (2017), se refiere a un índice que sirve para evaluar cómo los ítems de un instrumento están correlacionados, es decir un promedio de las correlaciones entre los ítems. Bajo este contexto, se recopilará la información mediante un cuestionario con un total de 10 ítems relacionados a las variables de estudio con respuestas en una escala de Likert de 5 niveles. Una vez recopilados los datos se procede a realizar un análisis estadístico de los datos utilizando el software Minitab, con este proceso se busca determinar el nivel de fiabilidad del instrumento utilizado. A continuación, se muestra una tabla con el rango del valor del alfa de Cronbach:

Tabla 5. Valor de alfa de Cronbach

Índice	Nivel de fiabilidad	Valor del alfa de Cronbach
1	Excelente	0.9-1
2	Muy bueno	0.7-0.9
3	Bueno	0.5-0.7
4	Regular	0.3-0.5
5	Deficiente	0.1-0.3

Nota. Realizado por los autores en base a Tuapanta Dacto et al. (2017)

2.6 Variables del estudio

Según Hernández- Sampieri et al. (2014a), una variable es “*una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse*”. La variable independiente es la característica causal del fenómeno en estudio caracterizándose por no poderse controlar, y la variable dependiente es aquella cuyos valores están relacionados a los cambios de la variable independiente y se caracteriza por su factibilidad a poder controlarse científicamente (Baena-Paz, 2017).

En este contexto, las variables de nuestra investigación son las siguientes:

- **Variable independiente:** Red logística
- **Variable dependiente:** Eficiencia operacional

2.6.1 Operacionalización de variables

Tabla 6. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Concepto	Categoría	Indicadores	Preguntas	Instrumentos
Red logística (V.I.)	La red logística es el sistema encargado de la movilización de los bienes desde su origen hasta su destino.	Distribución	Km recorridos	1. ¿La capacidad de los vehículos es la adecuada para la cantidad de productos requeridos?	Cuestionario (encuesta)
				2. ¿La rapidez del despacho de los pedidos es importante para el tiempo de entrega de los productos?	
				3. ¿El sistema logístico actual es el adecuado para la planificación de rutas?	
		Inventario	Exactitud del inventario	4. ¿La red logística actual se adapta fácilmente a cambios inesperados de demanda?	Cuestionario (encuesta)
				Abastecimiento	

Eficiencia operacional (V.D.)	Se refiere a la capacidad de una organización de cumplir sus objetivos con la menor cantidad de recursos posibles.	Tiempos	Tiempos de entrega x cliente	6. ¿La mejora de la red logística contribuiría a la reducción de los tiempos de entrega del producto?	Cuestionario (encuesta)
		Costos	Costos de transporte	7. ¿La mejora de la red logística disminuiría los costos de transporte?	Cuestionario (encuesta)
		Eficiencia	Tiempo total de ruta	8. ¿Una red logística adecuada ayudaría a reducir los tiempos operativos en las actividades diarias?	Cuestionario (encuesta)
			Tiempos de entrega x cliente	9. ¿Actualmente se optimizan adecuadamente los recursos disponibles que tiene la empresa?	Cuestionario (Encuesta)
				10. ¿Los clientes están satisfechos con la rapidez que se cumplen sus requerimientos?	

Nota. Realizado por los autores

2.7 Procedimiento para la recolección de los datos

Para desarrollar el procedimiento de recolección de datos, se han seleccionado técnicas e instrumentos concretos basados en los hallazgos de la revisión de alcance según las metodologías de enrutamiento y gestión logística. Como primera técnica se utilizará la observación directa para la recopilación de información sobre los procesos operativos de la planta, esto se logra mediante una ficha de observación que permitirá registrar aspectos importantes del fenómeno estudiado.

Además, se utilizará un cuestionario que estará validado mediante el juicio por expertos según el método Delphi (sección 2.5.4), el mismo que se desarrolla mediante rondas de revisión para una adecuada retroalimentación y posteriormente aceptación por consenso. La utilización de este método garantiza que las preguntas elaboradas para el cuestionario sean adecuadas para obtener datos relevantes para el desarrollo de la investigación. Una vez obtenida el formato final del cuestionario se procede a su aplicación a la población seleccionada en conjunto con la ficha de observación con el objetivo de una recolección de datos integral.

Finalmente, los datos obtenidos serán ingresados al software estadístico Minitab 19 (prueba gratuita) con el objetivo de analizar la fiabilidad de los datos y la consistencia interna del instrumento. Además, los resultados de las encuestas serán tabulados para su respectivo análisis y determinar el nivel de correlación de las variables de estudio.

2.8 Plan de análisis e interpretación de los datos

Se ha establecido un plan detallado donde se especifican los procedimientos e instrumentos que se utilizaron para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la presente investigación. Para el primer objetivo, se realizó una revisión de alcance y un análisis bibliométrico mediante la herramienta Bibliometrix, permitiendo la construcción de una matriz con los artículos seleccionados según las variables de estudio (red logística y eficiencia operacional).

Seguidamente, para el segundo objetivo planteado se determinó la utilización de un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental centrándose en lo descriptivo-correlacional. Así mismo, se definió como instrumentos de recolección de datos a la observación y el cuestionario debidamente validado mediante el método Delphi.

Luego, se procedió a la recolección de datos mediante el cuestionario, previamente aprobado por el comité de expertos. Los datos recopilados de la población encuestada en la empresa Man Water fueron analizados con el software MINITAB, utilizando el coeficiente alfa de Cronbach para evaluar la consistencia interna del cuestionario y asegurar la viabilidad y fiabilidad de los datos.

Bajo este contexto, en la Tabla 7 se presenta el plan de análisis e interpretación de resultados el cual organiza de manera estructurada los pasos necesarios para cumplir con cada objetivo de la investigación. En primer lugar, para el desarrollo de la base teórica respecto a las variables estudiadas, se realizó una revisión sistemática de literaria mediante scoping review en conjunto con el uso de Bibliometrix. De este procedimiento se espera tener resultados como la matriz de artículos relevantes de la cual se extraerá información que sirva para determinar las metodologías, técnicas y herramientas adecuadas para la investigación. El segundo lugar, se definió un marco metodológico con base en los hallazgos de la revisión de alcance en cuanto a la metodología, enfoque, diseño investigativo y los instrumentos para la recolección de datos.

Finalmente, el plan contempla la presentación de una propuesta de mejora para la red logística de la empresa Man Water. Para esto, se lleva a cabo un levantamiento de información, se procesan los datos mediante software de análisis, y se realiza un análisis detallado de los resultados, lo cual permite fundamentar una propuesta que optimice la eficiencia operacional de la empresa.

Tabla 7. Plan de análisis e interpretación de resultados

Objetivo	Procedimientos	Instrumentos	Resultados esperados
Realizar una revisión sistemática de la literatura desarrollando la base teórica para el estado del arte con respecto a las variables consideradas en la investigación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de literatura mediante scoping review. 2. Utilización de la herramienta Bibliometrix. 3. Conceptualización de las variables. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de alcance en conjunto con Bibliometrix. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Matriz de artículos relevantes de redes logísticas y eficiencia operacional. 2. Metodologías, técnicas e instrumentos de recolección de datos aplicables.
Definir un marco metodológico mediante estudios enfocados en redes logísticas para determinar el procedimiento adecuado de mejora y de recolección de datos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el enfoque, diseño y procedimiento metodológico. 2. Elección de técnicas e instrumentos de recolección de datos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional. 2. Encuesta 3. Observación directa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proceso metodológico, enfoque y diseño investigativo. 2. Elección de técnicas e instrumentos. 3. Plan de recolección de datos
Presentar una propuesta de red logística mediante herramientas y técnicas para mejorar la eficiencia operacional de la empresa Man Water.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamiento de información. 2. Análisis de datos con el software. 3. Análisis de los resultados y realización de la propuesta de mejora. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encuesta validada. 2. Tabulación de datos. 3. Software de análisis de datos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentación de datos obtenidos 2. Análisis de los resultados 3. Realización de la propuesta.

Nota. Elaborado por los autores

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Confiabilidad y validez de los instrumentos

3.1.1 Validez

Para determinar la validez del instrumento se utilizó el método Delphi, el mismo que permitió obtener un consenso por los expertos mediante las etapas descritas en el capítulo 2 (Sección 2.5.4). Iniciando con la fase preliminar, donde se presentarán los expertos que participarán en el proceso de validación.

Fase preliminar

Como inicio de esta fase del método Delphi, se procede a la selección de los expertos mediante criterios específicos que garanticen su adecuada participación en el proceso de validación del instrumento. A continuación, se presentan los criterios establecidos:

- Experiencia mínima de 10 años en el área de logística.
- Disposición de participación
- Capacidad de aportar juicios de mejora.

Bajo este contexto, se optó por un grupo de 4 profesionales los cuales, con su experiencia y perfiles cumplían con los criterios antes mencionados. En la siguiente tabla se describen los datos de los expertos que colaboraron en el proceso de revisión.

Tabla 8. Datos de los expertos del proceso de validación.

No	Expertos	Años de experiencia
1	Ing. Richard Muñoz Bravo	13 años
2	Ing. Alejandro Veliz Aguayo	30 años
3	Ing. Víctor Matías Pillasagua	20 años
4	Ing. Marcos Bermeo García	20 años

Nota. Realizado por los autores

Una vez seleccionados los expertos que ayudarán con sus aportes de juicios con el objetivo de determinar el formato final del instrumento de recolección de datos. Después,

se procede en la construcción del formato de calificación donde los expertos ubicarán las respectivas calificaciones de cada uno de los ítems propuestos del primer borrador del cuestionario en base a la matriz de operacionalización de variables del capítulo 2 (Sección 2.6.1).

Fase exploratoria

Primera ronda

Partiendo de un borrador inicial con los ítems del cuestionario, se procede al acercamiento con los expertos, cuyo objetivo es que brinden su juicio mediante una calificación en una escala de Likert. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9, donde se calcula la validez del contenido de cada reactivo (CRV), además de la validez integral del instrumento (CVI).

Tabla 9. *Primera ronda de revisión*

Calificación del experto					
Ítems	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	CRV
1	4	4	3	4	0,75
2	5	5	5	5	1
3	5	5	5	5	1
4	5	5	4	5	0,95
5	5	5	5	5	1
6	5	5	5	5	1
7	5	5	5	5	1
8	3	4	3	4	0,7
9	4	4	3	2	0,65
10	5	5	4	5	0,95
CVI					0,9

Nota. Realizado por los autores

Las calificaciones obtenidas por el grupo de expertos nos sugirieron la realización de cambios en los ítems 1, 8 y 9 por puntajes de 0,75, 0,7 y 0,65, respectivamente. Asimismo, mencionaron verbalmente que los cambios son propuestos por preguntas repetitivas y la utilización de términos innecesarios que provocarían confusión. Una vez terminada la retroalimentación con respecto al instrumento de recolección de datos, se

procede a realizar los ajustes propuestos y definir el formato para una segunda ronda de revisión.

Segunda ronda

Considerando las observaciones obtenidas por el grupo de expertos en la primera ronda, se construyó el formato para una segunda ronda de revisión y se procedió al acercamiento para el proceso de calificación. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla donde se visualiza una mejora de consenso.

Tabla 10. Segunda ronda de revisión

Calificación del experto						
Ítems	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	CRV	
1	5	4	5	5	5	0,95
2	5	5	5	5	5	1
3	5	5	5	5	5	1
4	5	5	4	5	5	0,95
5	5	5	5	5	5	1
6	5	5	5	5	5	1
7	5	5	5	5	5	1
8	5	5	4	5	5	0,95
9	5	5	4	5	5	0,95
10	5	5	4	5	5	0,95
CVI						0,975

Nota. Realizado por los autores

En la finalización de la segunda ronda de revisión la mayoría de los expertos realizaron un número reducido de recomendaciones, enfocadas al cambio de algunas palabras considerándose como cambios menores. En los ítems donde se realizaron correcciones se obtuvo un CRV de 0,95 y en el instrumento un CVI de 0,975 concluyendo con la existencia de un alto nivel de consenso, por ende, en la validación del instrumento tomando en cuenta las sugerencias de cambios lingüísticos de ciertas palabras para una mejor claridad. Con estos resultados se procede en el avance a la última fase del método Delphi donde se espera consolidar el formato final del cuestionario para su respectiva aplicación.

Fase final

Como fase final del proceso de validación del instrumento mediante el método Delphi, se presenta una tabla con un resumen de las interacciones durante las rondas de revisión por parte de los expertos permitiendo visualizar de manera clara el nivel de aceptación por cada ronda.

Tabla 11. Resumen de las rondas de revisión

Expertos	Ronda 1	Ronda 2
1		X
2	X	X
3		X
4		X

Nota. Realizado por los autores

Los resultados indican que durante la realización de la primera ronda se obtuvo la validación por parte del experto 2, mientras que los restantes realizaron sugerencias de correcciones. Al realizar las adecuaciones necesarias para una segunda ronda, se logró un consenso de aceptación por parte de los expertos 1, 3 y 4. Teniendo la aceptación por parte de los expertos que participaron en el proceso de validación por el método Delphi se determinó el formato final del cuestionario (ver anexo 2) que será aplicado en la población establecida en el capítulo 2 (sección 2.4).

3.1.2 Fiabilidad

El Alpha de Cronbach se calcula a través del software Minitab 19 (prueba gratuita), este análisis estadístico es esencial para medir la consistencia interna de los datos asegurando la fiabilidad de las mediciones y respaldando las conclusiones del estudio. Se recolectaron datos a partir de una encuesta aplicada a los 11 individuos, permitiendo evaluar la precisión del instrumento. A continuación, se presenta una tabla resultante del software con datos de la desviación estándar y la media, permitiendo obtener una visión detallada de cada uno de los ítems y su contribución en la estabilidad del cuestionario.

Tabla 12. Análisis de fiabilidad

Variable	Conteo total	Media	Desv. Est.
1. ¿La capacidad de los vehículos es la adecuada para la cantidad de productos requeridos?	11	2,727	1,348
2. ¿La rapidez del despacho de los pedidos es importante para el tiempo de entrega de los productos?	11	3,545	1,036
3. ¿El sistema logístico actual es el adecuado para la planificación de rutas?	11	2,818	1,401
4. ¿La red logística actual se adapta fácilmente a cambios inesperados de demanda?	11	2,818	1,328
5. ¿La infraestructura logística actual es suficiente para el manejo del volumen de productos?	11	2,818	1,328
6. ¿La mejora de la red logística contribuiría a la reducción de los tiempos de entrega del producto?	11	3,364	1,567
7. ¿La mejora de la red logística disminuiría los costos de transporte?	11	3,818	1,401
8. ¿Una red logística adecuada ayudaría a reducir los tiempos operativos en las actividades diarias?	11	2,727	1,618
9. ¿Actualmente se optimizan adecuadamente los recursos disponibles que tiene la empresa?	11	2,545	1,809
10. ¿Los clientes están satisfechos con la rapidez que se cumplen sus requerimientos?	11	3,545	1,036
Total	11	30,091	8,443

Nota. Realizado por los autores

Según los resultados del análisis de fiabilidad se tiene inicialmente el cálculo de la media y la desviación estándar de las respuestas recolectadas de la población donde se aplicó el cuestionario desarrollado. Se puede observar que la desviación estándar se encuentra en un rango de 1,036 hasta 1,809 mostrando valores aceptables.

Así mismo, se calculó el valor del coeficiente del alfa de Cronbach para luego ser comparado según la tabla de rangos del coeficiente mencionada en el capítulo 2 (sección 2.5.4). La obtención de este valor es importante para la etapa de recolección de datos porque nos demostrará estadísticamente la consistencia del instrumento desarrollado por el método Delphi.

Figura 18. Coeficiente del Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach 0.8062

Nota. Realizado por los autores en el software Minitab

Tras calcular el coeficiente de Cronbach siendo 0.81, se confirma la existencia de fiabilidad del instrumento cumpliendo los criterios de consistencia interna aceptables para la presente investigación. Entonces, se procede a realizar un análisis robusto de los datos obtenidos en su aplicación a la población de estudio.

3.1.3 Tabulación y análisis de los datos

En la siguiente tabla se presentan los datos recolectados mediante el cuestionario aplicado a los trabajadores de la empresa Man Water. Están tabulados de manera resumida, las respuestas obtenidas permitieron un análisis más claro de la información. En la misma solo se muestra el número del ítem con las cantidades respectivas que se obtuvieron por cada opción de respuesta.

Tabla 13. Resumen de datos recolectados mediante el cuestionario

Preguntas	Muy en Desacuerdo	Algo en Desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo
Ítem 1	2	3	4	0	2
Ítem 2	0	2	3	4	2
Ítem 3	2	3	3	1	2
Ítem 4	1	5	2	0	2
Ítem 5	2	1	3	0	4
Ítem 6	1	1	2	2	5
Ítem 7	1	0	3	3	4
Ítem 8	2	2	2	1	4
Ítem 9	6	0	0	3	2
Ítem 10	0	2	3	4	2

Nota. Realizado por los autores

Tras la tabulación de los datos, se procedió a emplear el software Minitab 19 para la elaboración de las gráficas de barras pudiendo realizar un análisis estadístico de manera individual de las preguntas del cuestionario permitiendo una comprensión más profunda de los resultados obtenidos (Anexo 3). A continuación, mediante una matriz de resultados se presenta el análisis de estos identificando la tendencia de la opinión de las personas encuestadas.

Tabla 14. Matriz de resultados

Ítems	Respuestas
1	<p>Se determinó que existe una variedad de respuestas relacionadas a la capacidad de los vehículos, siendo un 45% de respuestas considerando que no es el adecuado, un 36% en un estado neutral y un 18% que lo consideran adecuado. Esto se puede deber a que existen cambios inesperados de demanda que pueden ocasionar una mala gestión de la utilización de los vehículos.</p>
2	<p>Existen un 55% de respuestas que consideran que la rapidez del despacho del pedido es importante para la entrega a tiempo de estos, un 27% no establece un argumento en contra ni a favor y un 18% no lo considera importante.</p>
3	<p>Se argumenta con un 45% de que actualmente no se realiza adecuadamente una planificación de rutas, y un 27% afirma que sí existe una buena planificación de ruta. Con esto, se puede establecer que a pesar de la existencia del pensamiento de que se gestiona adecuadamente la distribución, una mayoría muestra preocupación en este aspecto.</p>
4	<p>Un 55% de los resultados establece que actualmente no existe conocimiento de la demanda del producto causando que no exista adaptación a cambios. Y solo un 18% considera que sí existe adaptación a la demanda.</p>
5	<p>Con una mayoría del 36% se argumenta que la infraestructura es adecuada para la cantidad de productos manejados, y una minoría del 27% no la considera adecuada o que necesita mejoras.</p>
6	<p>Según los datos recolectados se considera que la mejora de la red logística ayudaría a mejorar los tiempos de entrega de los productos (64%) y un 18% consideran que no influye la realización de algún cambio.</p>
7	<p>El 64% de los resultados establece que la mejora de la red logística tendría un impacto favorable en reducir los costos de transporte, un 27% se mantiene de una forma neutral y solo el 9% no tiene ninguna percepción sobre la influencia de la optimización de la red logística sobre los costos de transporte.</p>

8 Se argumenta con un 45% que una red logística adecuada influye en la reducción de tiempos operativos, un 18% tiene una opinión neutral y un 36% de los resultados consideran que no existe un impacto en la reducción de tiempos operativos.

9 Los recursos disponibles de la empresa no se optimizan de manera adecuada según el 55% de los resultados obtenidos, esto puede provocar costos altos de operación, desperdicio de materia, etc. Un 45% afirma que sí se utilizan los recursos de manera adecuada.

10 No existen problemas con la satisfacción del cliente según un 55%, un 27% no establece un criterio claro y un 18% comenta que los clientes no se encuentran satisfechos. Este resultado puede deberse a que existen casos puntuales de atrasos en las entregas.

Nota. Realizado por los autores

Una vez finalizado el análisis descriptivo de los resultados obtenidos en cada ítem de la encuesta aplicada es necesario realizar el estudio de la correlación de la variable independiente (red logística) y dependiente (eficiencia operacional). Esto permitirá determinar la posible dependencia entre los factores evaluados.

3.1.4 Correlación de las variables

Para el análisis de la correlación de variables se utilizará el coeficiente de Pearson, que se trata de una prueba estadística que se utiliza para medir la correlación entre dos variables cuantitativas (Hernández-Sampieri et al., 2014). Mediante el software Minitab 19 se calculan las puntuaciones totales de la variable independiente y la variable dependiente, utilizando un nivel de significancia de 0.95. A continuación, se presentan las variables de la investigación que serán evaluadas:

VI: Red logística

VD: Eficiencia operacional

Hipótesis nula (Ho):

El diseño de una red logística no incide en la eficiencia operacional de la empresa MAN WATER, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Hipótesis alternativa (Ha):

El diseño de una red logística incide en la eficiencia operacional de la empresa MAN WATER, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Comprobación de hipótesis con la correlación de Pearson

El coeficiente r de Pearson varía entre $-1,00$ y $+1,00$, la dirección negativa se entiende que, por cada unidad que aumente “X”, la variable “Y” disminuye de manera lineal y la dirección positiva indica que por cada unidad que aumenta “X”, la variable “Y” aumenta. En la figura 17 se observó que el resultado obtenido del análisis de la correlación de Pearson es de $0,814$, este valor indica que existe una relación positiva y considerablemente fuerte entre las variables estudiadas, mientras que el valor de la significancia obtenida es de $p = 0,002$ evidenciando estadísticamente que existe una correlación con un coeficiente significativo.

Figura 19. Coeficiente de Pearson

Método

Tipo de correlación Pearson
Número de filas utilizadas: 11

ρ : correlación en parejas de Pearson

Correlaciones

	Red logística
Eficiencia	0,814

Correlaciones en parejas de Pearson

Muestra 1	Muestra 2	N	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
Eficiencia	Red logística	11	0,814	(0,420, 0,950)	0,002

Nota. Realizado por los autores

En conclusión, se determina la existencia de una correlación muy fuerte entre las variables mencionadas y con un nivel de significancia alto, siendo que la correlación es verdadera. Con este criterio se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis

alternativa (Ha): “El diseño de una red logística mejora la eficiencia operacional de la empresa MAN WATER, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador”. Bajo estos hallazgos, se determina que una red logística adecuada es clave para optimizar los recursos disponibles fortaleciendo la competitividad de la empresa.

3.2 Diagnóstico de la empresa

3.2.1 Generalidades

MAN WATER es una empresa dedicada a la producción y comercialización de agua embotellada, cuyo principal insumo es el agua potable. Inició sus operaciones en 1999 en la provincia de Manabí y, aproximadamente hace una década, extendió sus actividades a la provincia de Santa Elena buscando consolidarse en el mercado local. La empresa se ha destacado por ofrecer productos que cumplen estrictamente con los estándares de calidad y saneamiento, garantizando que el agua sea apta para el consumo humano. MAN WATER ofrece una variedad de presentaciones, incluyendo botellones de 20 litros y botellas de 4.5 litros, entre otras. A continuación, en la Tabla 15 se muestran los datos generales acerca de la planta de Man Water obtenidos directamente del Sistema de Rentas Internas.

Tabla 15. Tabla de datos generales de la empresa

TIPO DE INFORMACIÓN	DATOS
Razón Social	MAN WATER
Actividad Económica Principal	PURIFICADORA DE AGUA Y PROCESADORA DE JUGOS
Registro Único De Contribuyentes (RUC)	1303900367001
Centro de Trabajo	SANTA ELENA
Categoría	PYMES: MICRO
Dirección	SANTA ELENA VÍA ANCÓN BARRIO MARAZITA CALLE KENNEDY

Nota: Elaborado por los autores

La empresa Man Water se encuentra registrada como una purificadora de agua y procesadora de jugos en el sistema de rentas internas, considerada una microempresa. Sin embargo, por sus ventas y cantidad de empleados se puede considerar ubicarla como una

pequeña. Es importante saber el comportamiento interno de la organización, por este motivo se empezó con la descripción estructural de la empresa.

3.2.2 Organigrama de la empresa

La empresa Man Water cuenta con una estructura organizacional conformada por 3 niveles de mando que tienen responsabilidades específicas lo que permite una comunicación adecuada entre las áreas de la empresa haciendo que funcione la organización.

Figura 20. Estructura organizacional



Nota: Elaborado por los autores

En la figura 20 se presenta la estructura organizacional de la empresa donde en el primer nivel se encuentra el gerente general siendo el que da dirección al sistema. Bajo su mando directo se encuentran el jefe de producción y el de la flota vehicular quienes son los encargados de llevar el control de las áreas designadas respectivamente, finalmente se encuentran los operarios, choferes y oficiales quienes son los encargados de realizar las operaciones de producción y entregas del producto terminado. Adicionalmente, se hace mención del contador quien es contratado solamente para realizar los balances financieros de la empresa.

3.2.3 Proceso productivo

Para entender cómo es el proceso de producción de los bidones de 20 litros que oferta Man Water se describe a continuación cada etapa, desde la recepción del agua cruda proveniente de AGUAPEN-EP hasta la obtención del producto con sus respectivas etiquetas de seguridad. El proceso tiene como objetivo que el producto cumpla con los requisitos de calidad establecidos por las normativas utilizadas por la empresa.

- **Recepción de agua cruda:** En esta etapa inicial, se asegura la entrada suficiente de agua cruda al sistema para empezar el proceso de purificación.
- **Almacenamiento y sedimentación:** La empresa cuenta con un total de 13 cisternas para el almacenamiento de agua cruda, luego es enviada a una cisterna donde se agrega metabisulfito que es el encargado de eliminar el cloro, y finalmente empieza el proceso de sedimentación donde las partículas pesadas se asientan y son retiradas.
- **Filtración inicial:** Para el proceso de filtración se utiliza un tanque de arena para la detención de partículas grandes, y luego el agua es enviada a un tanque de carbón activado que sirve para absorber el cloro restante que puede ocasionar daños a las membranas de sistemas de ósmosis inversa.
- **Proceso de ablandamiento:** El agua es enviada a un ablandador de resina que sirve para eliminar minerales como calcio y magnesio, que son los causantes de la dureza del agua.
- **Desalinización:** Este proceso es el encargado de eliminar las sales, turbidez y sedimentos minúsculos para luego ingresar al sistema de osmosis inversa logrando la eliminación de contaminantes finos.
- **Desinfección:** Una vez finalizado el proceso de ósmosis inversa, se procede al tratamiento de ratos ultravioletas que sirve para asegurar la eliminación de microorganismos o agentes microscópicos.
- **Ozonización:** El agua pasa por una máquina de ozonización que está encargada de la eliminación de cualquier bacteria que pueda quedar en el agua.
- **Almacenamiento temporal:** Una vez finalizado el proceso de purificación, se procede al almacenamiento del agua en tanques de 2500 litros, los mismos que son

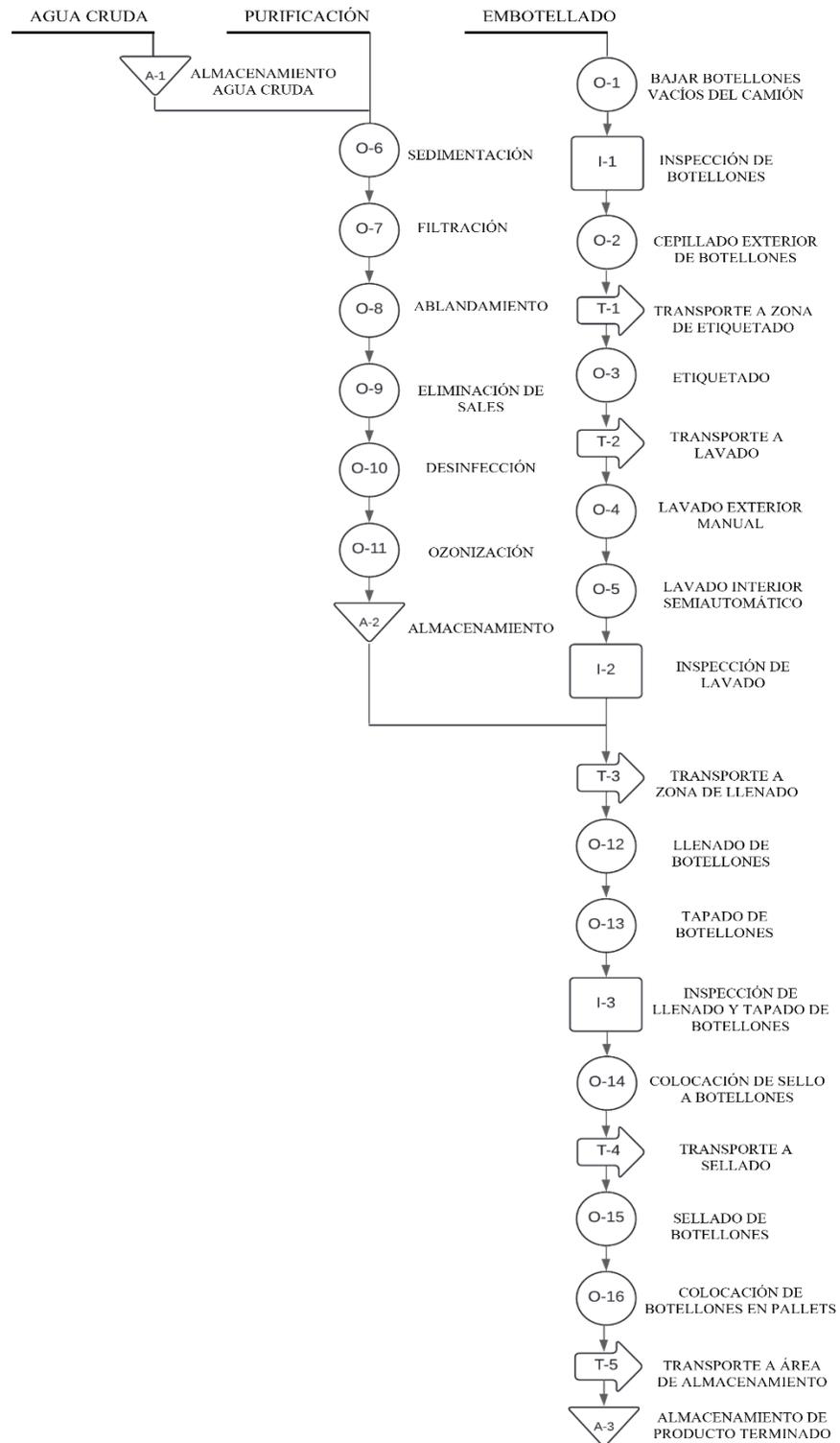
especiales para mantener la pureza y estar listos para ser enviados al proceso de envasado.

- **Lavado de bidones:** Los envases son lavados con productos especiales de desinfección para asegurar la higiene necesaria del producto. Se utilizan sistemas de chorros de agua purificada a presión para asegurar la eliminación de residuos.
- **Llenado de botellones:** Los envases lavados son enviados al proceso de llenado, donde se llenan de manera manual para luego realizar controles de parámetros de calidad.
- **Sellado:** El personal del área se encarga de tapar manualmente cada bidón y colocar el sello de seguridad.
- **Etiquetado y empaque:** Las botellas llenas y selladas se etiquetan con la información correspondiente y se empaquetan en pallets para su posterior almacenamiento y distribución.
- **Almacenamiento y distribución final:** Las botellas ya envasadas se almacenan en condiciones óptimas en las bodegas hasta que se distribuyen a los puntos de venta, garantizando que lleguen al consumidor en perfectas condiciones.

3.2.4 Diagrama de operaciones del proceso

Se presenta en la figura 21 el diagrama de operaciones, en el mismo que se muestran 3 procesos principales: el ingreso de agua cruda, purificación y embotellado. En el primer proceso, el agua cruda ingresa al sistema y es tratada previamente. En el segundo proceso, se realiza la purificación de agua mediante las fases mencionadas anteriormente. Aquí se incluyen operaciones como filtración y otros métodos de tratamiento que aseguran que el agua cumpla con los estándares de calidad necesarios. Finalmente, en la etapa de embotellado, el agua purificada se envasa en botellas. Esta fase abarca operaciones de llenado, sellado y etiquetado, permitiendo que el producto esté listo para su distribución.

Figura 21. Diagrama de operaciones de la empresa

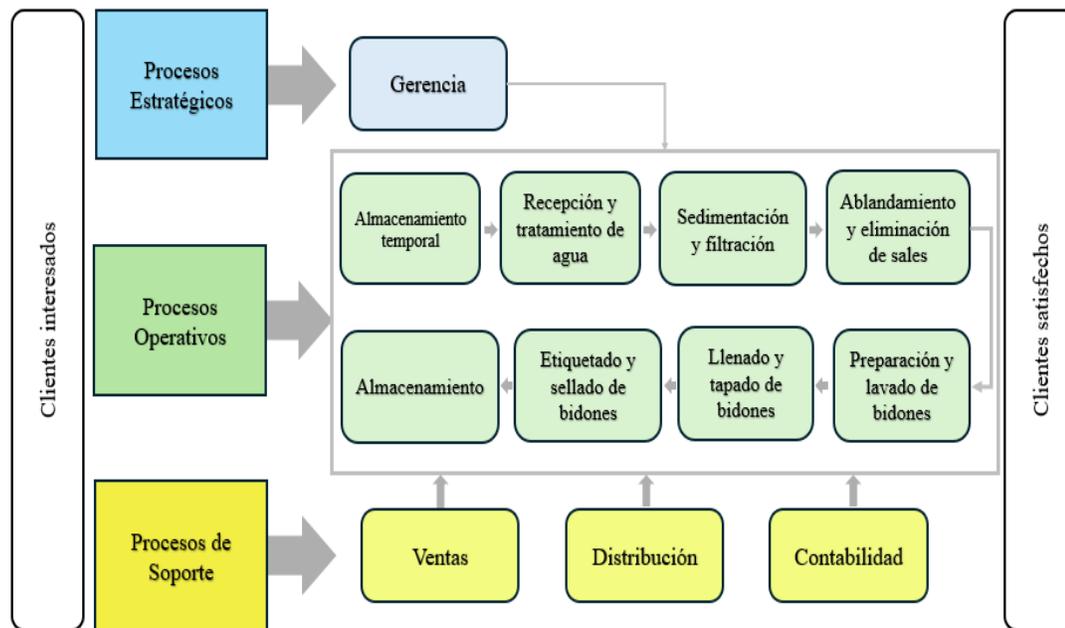


Nota: Elaborado por los autores

3.2.5 Mapa de procesos del área logístico

En la figura 22 se muestra el mapa de procesos de la empresa "MAN WATER", el cual permite visualizar de manera estructurada las actividades de la organización clasificándose en procesos estratégicos, donde se encuentra la gerencia. Así mismo, en los procesos operativos se encuentran las etapas de producción y, finalmente, los procesos de soporte como ventas, distribución y contabilidad.

Figura 22. Diagrama de procesos de la empresa



Nota: Elaborado por los autores

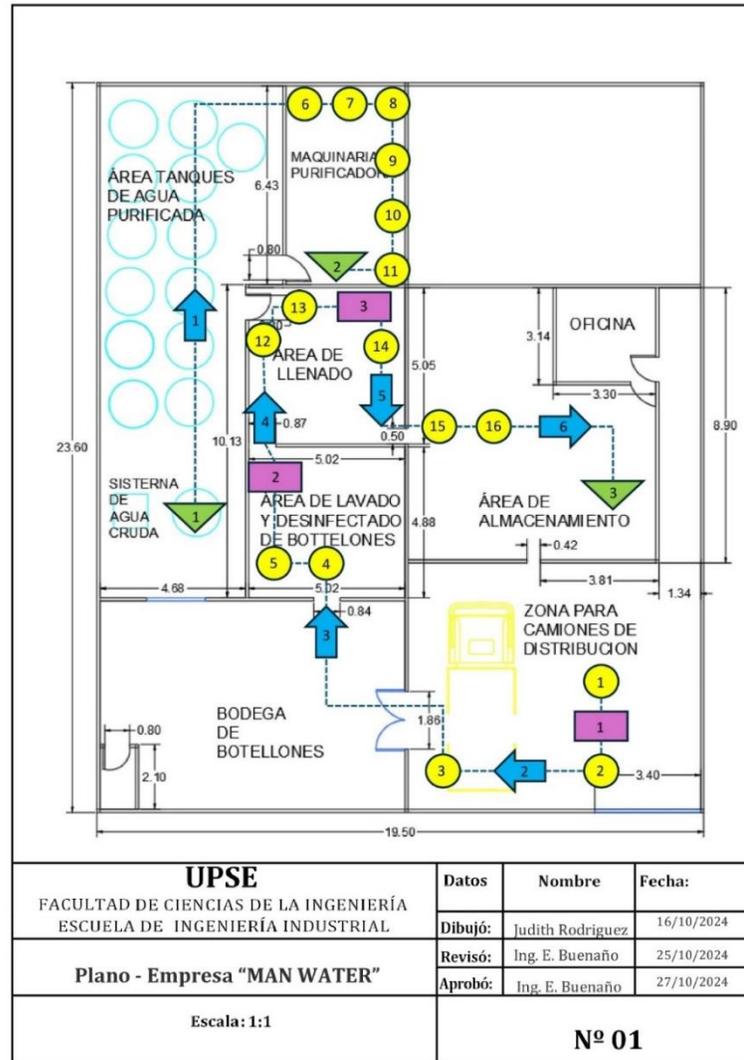
3.2.6 Diagrama de recorrido

Una vez conociendo los procesos que conforman la empresa es importante conocer cómo están distribuida las diferentes áreas de trabajo y cuál es el flujo de materiales dentro del proceso de producción para la fabricación del producto finalizando con el respectivo almacenamiento. Bajo este contexto, se presenta un diagrama de recorrido elaborado mediante la utilización del layout de la planta donde se ubican de manera exacta las operaciones necesarias para la purificación y embotellamiento de agua.

En este diagrama se tiene como total 16 operaciones incluidas actividades del proceso de purificación de agua, el proceso de lavado, llenado de botellones, sellado y etiquetado. Además, cuenta con un total de 6 transportes desde las zonas de lavado, envasado y el almacenamiento del producto terminado, y finalmente 3 puntos de

verificaciones o inspecciones para asegurar la calidad y cumplimiento de normativas de higiene para poder distribuir a los distintos clientes de la provincia.

Figura 23. Diagrama de recorrido



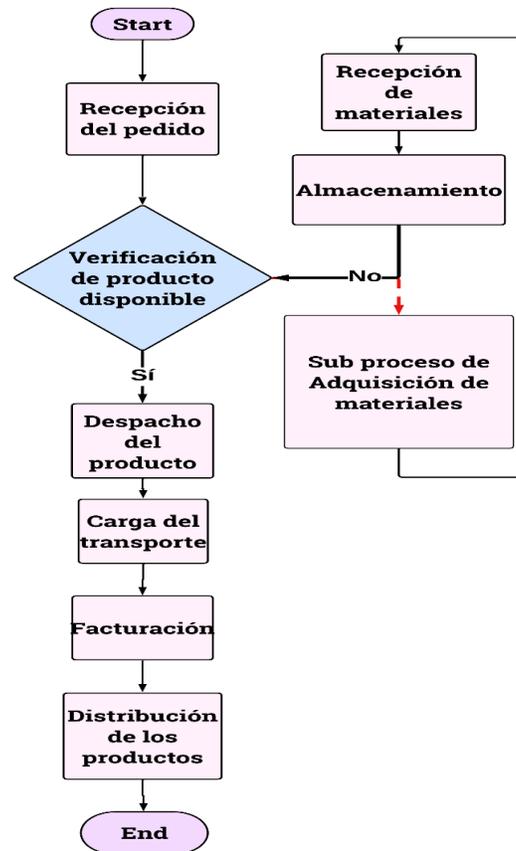
Nota: Elaborado por los autores

3.2.7 Diagrama de flujo logístico

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que representa los pasos seguidos en la logística por el sistema actual de la empresa el mismo que inicia con la recepción del pedido. Luego se realiza la verificación de la cantidad de producto disponible para saber si se puede cubrir con el requerimiento del cliente donde se detalla que en el caso de no contar con el suficiente material se debe realizar la adquisición de insumos. Una vez

verificada la disponibilidad del producto se procede al despacho del pedido, carga del transporte y, finalmente la facturación.

Figura 24. Diagrama de flujo logístico



Nota: Elaborado por los autores

3.3 Diagnóstico del problema

Para iniciar el diagnóstico del problema que afecta a la eficiencia operacional de la empresa Man Water, se realizará un diagrama de Pareto con el objetivo de identificar y priorizar las causas según su impacto. Una vez identificada la causa de mayor impacto, se empleará un diagrama de Ishikawa de tipo 6 M, el cual permitirá de manera visual identificar las causas del problema principal clasificadas en mano de obra, materiales, medición, medio ambiente, método y maquinaria. Este enfoque facilita el diseño de estrategias o herramientas enfocadas en las áreas de mayor importancia, mejorando la eficiencia operacional notablemente.

3.3.1 Priorización Causa-Raíz (Pareto)

En la tabla 16 se presenta la priorización de los problemas identificados que afectan a la eficiencia operacional, se muestra la frecuencia de apariciones de cada problema con el objetivo de identificar las de mayor medida. Se identificaron 7 problemas los cuales son la ineficiencia en entregas, desperdicio de materiales, procesos sin estandarización, desconocimiento de inventario, falta de controles de procesos, exceso de stock de materiales y, por último, la ausencia de controles de costos.

Tabla 16. *Priorización Causa-Raíz*

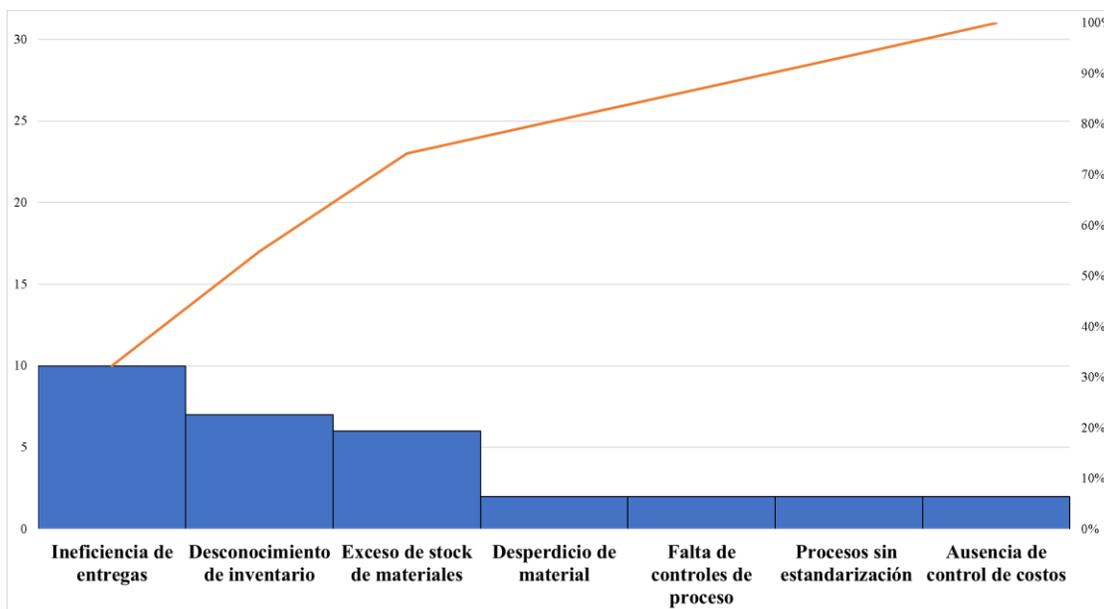
Nº	Causa-Raíz	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	% Acumulado
1	Ineficiencia de entregas	10	10	32%	32%
2	Desconocimiento de inventario	7	17	23%	55%
3	Exceso de stock de materiales	6	23	19%	74%
4	Desperdicio de material	2	25	6%	81%
5	Falta de controles de proceso	2	27	6%	87%
6	Procesos sin estandarización	2	29	6%	94%
7	Ausencia de control de costos	2	31	6%	100%
Total		31			

Nota: Elaborado por los autores

Según los resultados mostrados tenemos como problema de mayor impacto la ineficiencia de entregas, la misma que representa el 32% del total. Esto está relacionado con tiempos excesivos de entregas, rutas extensas y desorden de puntos de entrega. Los mismos que provocan un mayor costo de operación por el consumo del combustible. A continuación, le sigue el desconocimiento del inventario con un 23%; esta situación nos indica la falta de registros, entradas y salidas de materiales en bodega. Esto puede causar una planificación ineficiente en el abastecimiento de insumos críticos para responder a la demanda de manera eficiente. Con un 19% se presenta el exceso de stock de materiales, esto debido a la existencia de cantidades altas de materiales sin utilizar y un índice bajo de rotación pudiendo provocar costos innecesarios o el riesgo de pérdidas por material obsoleto. Finalmente, se encuentran problemas como el desperdicio del material, la falta de controles en el proceso, ausencia de estandarización y la falta de control de costos con un 6% cada uno. Los mismos tienen un impacto menor en la eficiencia de la empresa, pero

deben ser monitoreados por si el problema aumenta. A continuación, se muestra el diagrama.

Figura 25. Diagrama de Pareto



Nota: Elaborado por los autores

De acuerdo con el diagrama de Pareto, existen 3 problemas de mayor impacto siendo la ineficiencia de entregas (32%), desconocimiento del inventario (23%) y exceso de stock de materiales (19%), los mismos que abarcan el 74% de los problemas que afectan la eficiencia de la empresa. Se puede concluir que los problemas encontrados están relacionados con la logística, esto puede afectar a la capacidad de respuesta a la demanda del mercado. Para un análisis a profundidad e integral, a continuación, se realizó un diagrama de Ishikawa de tipo 6M, donde se detallan las causas clasificándolas en mano de obra, maquinaria, medición, método, materiales y, finalmente, medio ambiente.

3.3.2 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)

Para la realización de un diagnóstico minucioso de los problemas que afectan a la logística de la empresa se visitó de manera frecuente la empresa para obtener el nivel de ocurrencia de las causas mediante la observación. Teniendo como objetivo la identificación de oportunidades de mejoras en las distintas clasificaciones, esto proporciona una visión más clara de las causas que afectan a la eficiencia en la logística.

La Figura 26 representa un diagrama de Ishikawa enfocado en la ineficiencia logística, categorizando las causas principales en seis áreas clave: mano de obra, método,

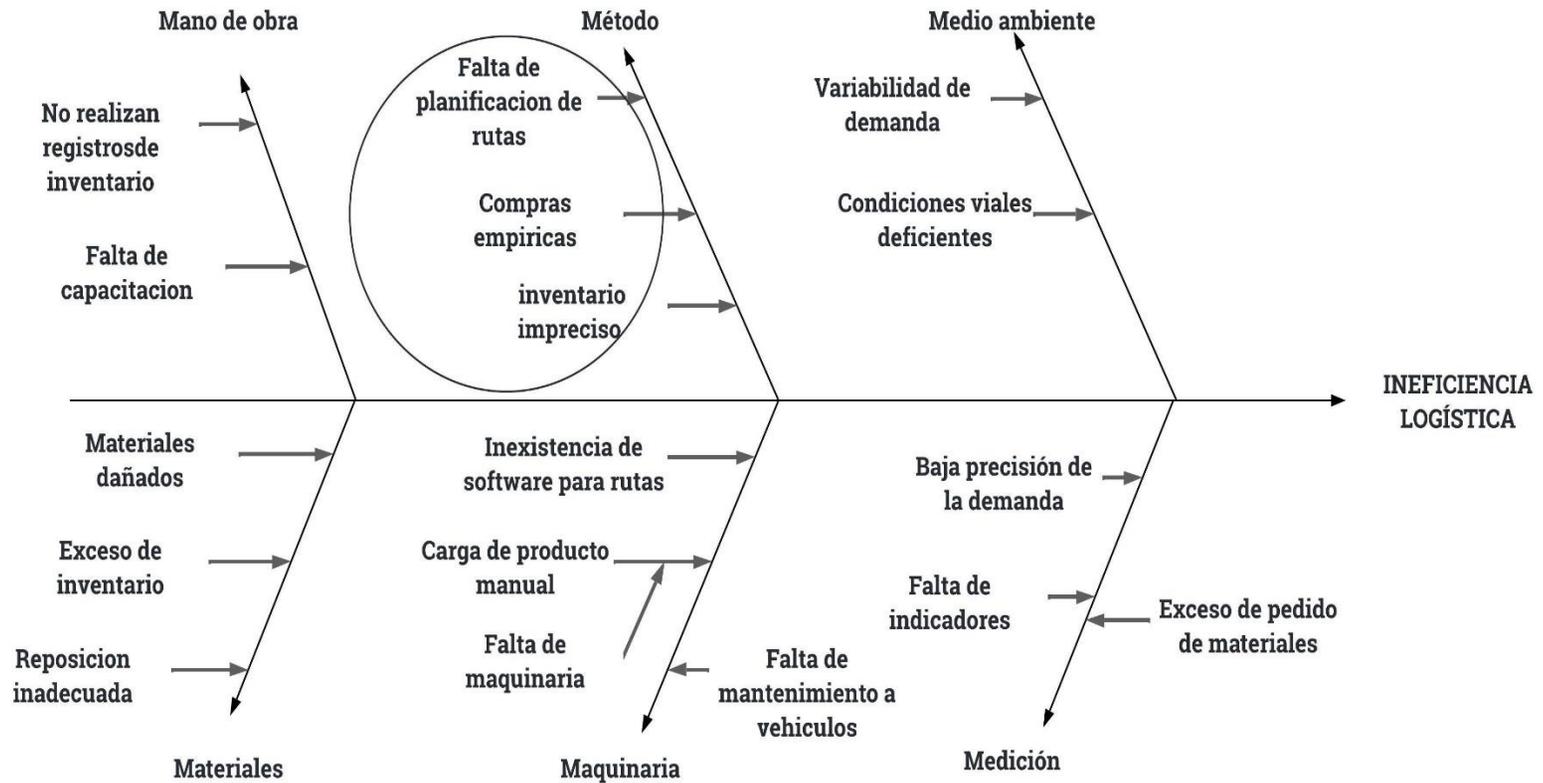
materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Iniciando, con la mano de obra se identificaron causas como la ausencia de registros de inventario y la falta de capacitación relacionada con la logística. Posteriormente, en la categoría de método se encuentra la falta de planificación de rutas, compras empíricas e inventarios imprecisos. Así mismo, en la categoría de medio ambiente se identifican causas externas al sistema como condiciones viales y la variabilidad de la demanda. Estas causas provocan demoras en las entregas y ajustes imprevistos de las operaciones productivas.

Seguidamente, en la categoría de materiales se encuentran problemas como exceso de inventario, materiales dañados y reposiciones ineficientes, los cuales provocan dificultades en la disponibilidad de insumos críticos para la producción. Para la sección de maquinaria se observó la falta de utilización de software para optimizar rutas, la carga de producto en los camiones de manera manual y carencia de equipos tecnológicos de manera general. Finalmente, en la sección de medición se identifican problemas relacionados con la baja precisión de la demanda, la falta de indicadores claves y el exceso de materiales en los pedidos realizados. Este primer diagrama de Ishikawa permitió identificar como área de mayor impacto a la categoría del método para un análisis más profundo.

En la figura 27 se muestra el segundo nivel del diagrama de Ishikawa donde se profundiza en las áreas de mejora enfocadas en los eslabones de abastecimiento y distribución. Empezando con la mano de obra, donde se encuentra la falta de capacitación de logística y la carencia de revisiones periódicas de inventario lo que provoca incertidumbre en los niveles de materiales disponibles para la producción.

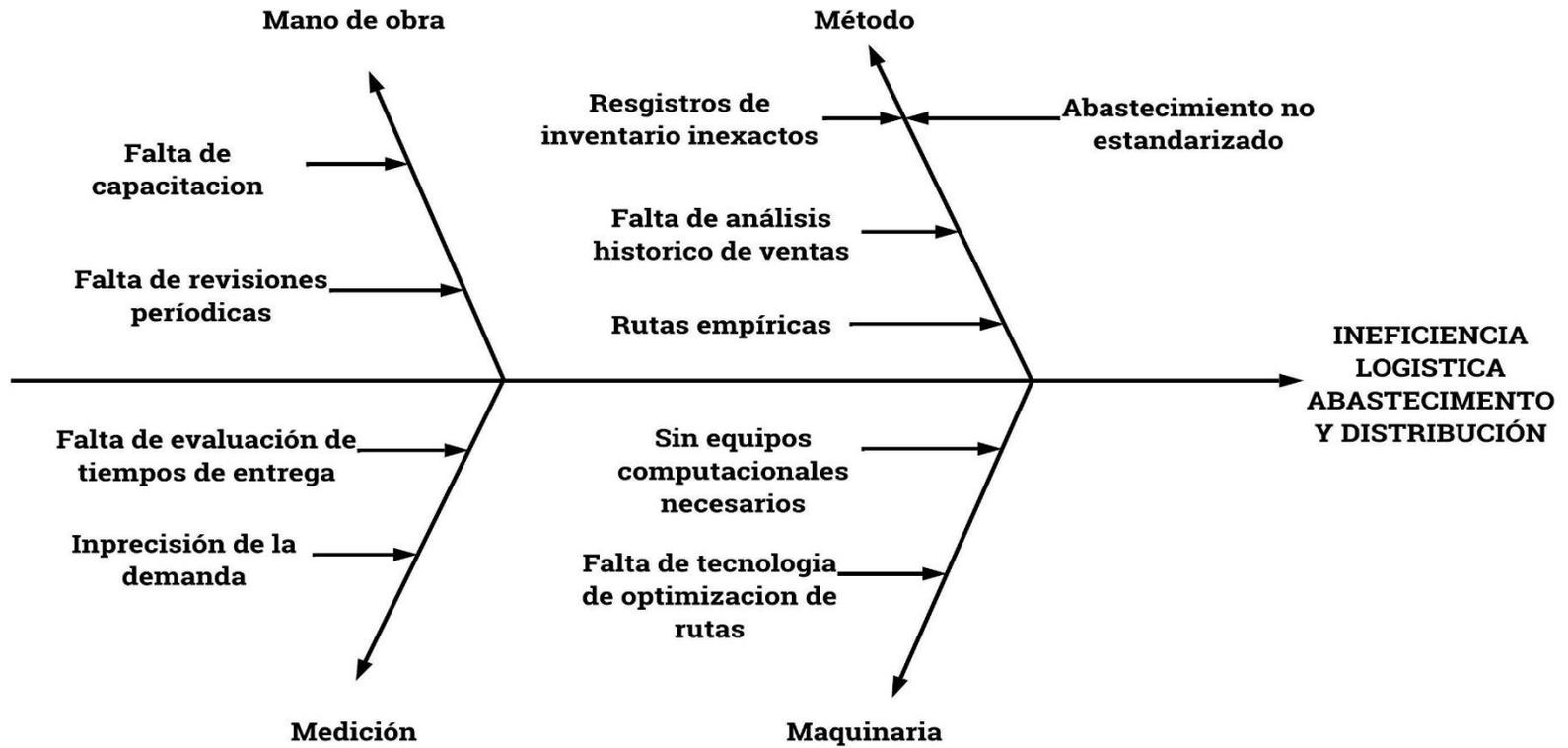
Seguidamente, para la sección de método se visualizan problemas como la inexactitud en el registro de inventario, la ausencia de un análisis histórico de ventas, rutas empíricas y un sistema de abastecimiento no estandarizado. Así mismo, para la categoría de medición se encontraron causas como la falta de control de los tiempos de entrega y la falta de precisión de la demanda existente en el mercado. Finalmente, se encuentran causas en la sección de maquinaria que están relacionadas con la falta de herramientas de optimización de rutas y de equipos computacionales.

Figura 26. Diagrama de Ishikawa (Primer Nivel)



Nota: Elaborado por los autores

Figura 27. Diagrama de Ishikawa (Segundo nivel)



Nota: Elaborado por los autores

Con lo que se muestra en el diagrama de Ishikawa de segundo nivel se llegó a la conclusión de que las áreas que deben ser intervenidas de manera urgente son las de abastecimiento, almacenamiento y distribución, ya que son las de mayor impacto en la red logística de Man Water. A continuación, se describe de manera detallada cada una de las áreas mencionadas con el objetivo de entender la importancia de su intervención.

Figura 28. Ineficiencias en el caso de estudio



Nota: Elaborado por los autores

- **Abastecimiento:** La falta de un proceso formal de reabastecimiento genera riesgos como la ausencia o el exceso de materiales, perjudicando notablemente al sistema de producción.
- **Almacenamiento:** Un adecuado sistema de almacenamiento o gestión de inventario de materiales nos puede asegurar la disponibilidad de los insumos cuando se necesiten sin acumulación excesiva, el control ineficiente de esta área puede causar diversos problemas como costos de inventarios altos, sobre stock de materiales o inversamente la escasez de estos.
- **Distribución:** El área de distribución es un eslabón importante ya que es el encargado de hacer llegar los productos terminados a los respectivos clientes, la mala gestión de las rutas puede provocar tiempos de retraso en las entregas, distancias y costos elevados. Es importante la utilización de métodos que mejoren las rutas de entrega para mejorar la eficiencia del sistema logístico, aumentando la satisfacción de los clientes mientras se ahorra en costos de transporte.

3.4 Levantamiento de información

3.4.1 C2. Falta de control de inventario

Actualmente, en la empresa no utilizan ningún tipo de sistema de control de inventarios de los materiales utilizados dentro de la producción de los bidones de agua. Este proceso se ha venido realizando de manera empírica mediante registros de ventas basándose en promedios que se calculan de manera semanal. Bajo este contexto, se identificó una discrepancia entre los valores de sus registros y las cantidades reales de materiales almacenados en su bodega. Esta falta de visibilidad sobre las cantidades exactas en el inventario puede provocar problemas por acumulaciones o faltantes impactando directamente en la eficiencia operativa de su sistema.

A continuación, se muestra en la tabla 17 las cantidades estimadas proporcionadas por el gerente, las cantidades supuestas de los materiales críticos almacenados en la bodega de la empresa a fecha del 04 de octubre del 2024. Además, se procedió a realizar un conteo de materiales en bodega para constatar que las cantidades coincidan.

Tabla 17. Cantidad de inventario actual

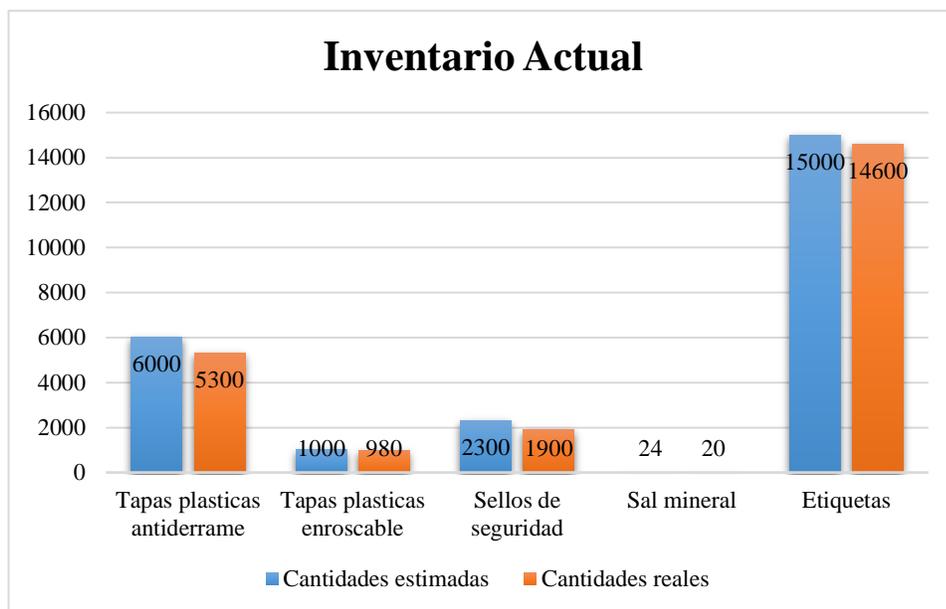
Materiales	Cantidades estimadas	Cantidades reales
Tapas plásticas antiderrame	6000	5300
Tapas plásticas enroscables	1000	980
Sellos de seguridad	2300	1900
Sal mineral	24	20
Etiquetas	15000	14600

Nota: Elaborado por los autores

Según los datos mostrados en la tabla, revelan discrepancia entre las cantidades de materiales mediante registros empíricos y las cantidades reales existentes en el almacén. Esta diferencia muestra la deficiencia de la precisión en el control de inventarios de la empresa, esto en materiales críticos puede provocar problemas operativos. Según la experiencia del gerente estas discrepancias mayormente se pueden deber a que existen daños de materiales en el proceso de producción y no son registrados en algún tipo de documento. No llevar un control adecuado de lo que se tiene como inventario en el almacén no permite visualizar de manera más clara la realidad evitando fallas, pedidos de emergencia, sobre inventario y falta de inventario. Por ejemplo, en los sellos de seguridad solo cuentan con un inventario real de 1900 unidades, a diferencia de las cantidades de

tapas plásticas tomando en cuenta que se utiliza 1 sello por cada tapa colocada en los botellones, es decir, que no existen suficientes sellos de seguridad en caso de la utilización de una cantidad mayor de tapas, produciendo una paralización de operaciones.

Figura 29. Inventario actual



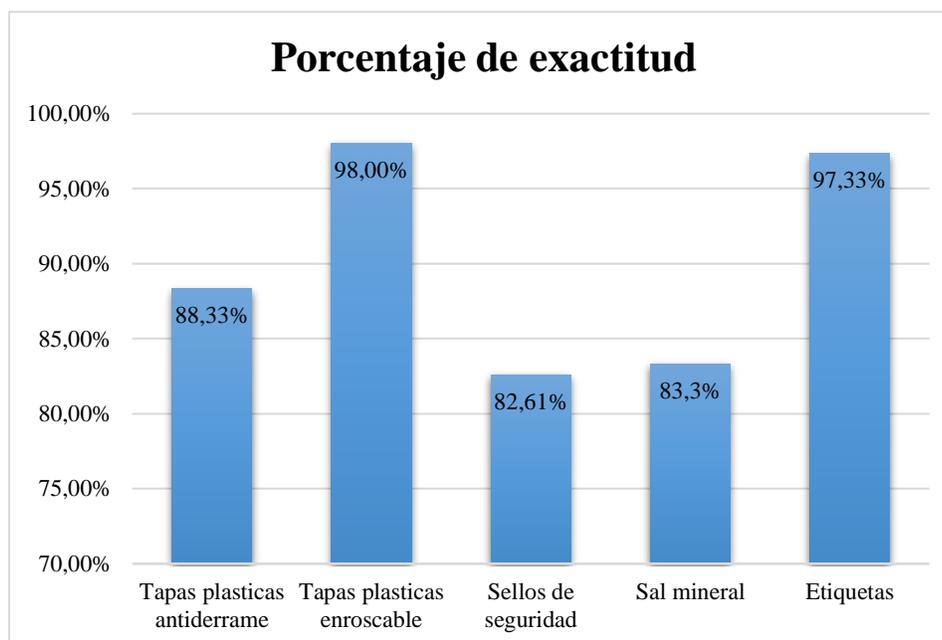
Nota: Elaborado por los autores

Para medir el nivel de exactitud del inventario registrado con la realidad de los materiales disponibles en bodega, se dispone de la utilización del siguiente indicador. Permitiendo identificar las discrepancias existentes dando una visión más clara y facilitando el estado del control de recursos que dispone el proceso de producción.

$$\% \text{ Exactitud} = \frac{\text{Inventario Real}}{\text{Inventario registrado}} \times 100$$

Utilizando el indicador del porcentaje de exactitud que se muestra en la figura 30, los resultados de cada uno de los materiales, realizando el promedio total del inventario da un **porcentaje de exactitud del 89,92%**. A pesar de que actualmente se registra dicho porcentaje, este nivel debería ser mayor cuando se trata de control de materiales críticos. Utilizando un sistema de control de inventario más robusto, donde se controlen salidas, entradas y daños de materiales de la bodega, es posible mejorar este valor lo que permitirá disminuir las discrepancias que pueden ocasionar retrasos en adquisiciones, compras innecesarias o faltantes de los materiales.

Figura 30. Porcentaje de exactitud



Nota: Elaborado por los autores

En la figura 30 se muestra el porcentaje de exactitud de manera individual donde se evidencia que el indicador de los sellos de seguridad cuenta con un nivel del 82,61%, mostrando notablemente la deficiencia de los controles. Le sigue la sal mineral con un 83,3%, seguido las tapas plásticas antiderrame con un 88,33%, luego las etiquetas con un 97,33% y finalmente las tapas plásticas enroscables con un 98%. Con estos resultados se puede concluir que los registros utilizados actualmente no son suficientes para el manejo de inventario de materiales en grandes cantidades.

3.4.2 C6. Inexistencias de cálculo de la demanda

La empresa no utiliza ningún método para el cálculo de la demanda del mercado en periodos de tiempo, actualmente se basan en estimaciones por las ventas realizadas en la última semana. Esto conlleva que el abastecimiento de materiales también se realiza de manera empírica según los volúmenes del periodo anterior y no se toman en cuenta las necesidades reales del mercado. Este escenario se puede evidenciar por los niveles altos de materiales almacenados e incluso de producto terminado.

En la tabla 18 se presentan datos de la demanda y la producción reales de periodos mensuales de la empresa desde la fecha del 2 de octubre del 2023 hasta el 28 de septiembre del 2024. Los datos mostrados fueron proporcionados por el gerente y muestran el

comportamiento del sistema actual durante los últimos meses, considerando que tiene un tiempo laboral de 6 días a la semana.

Tabla 18. *Demanda y producción real*

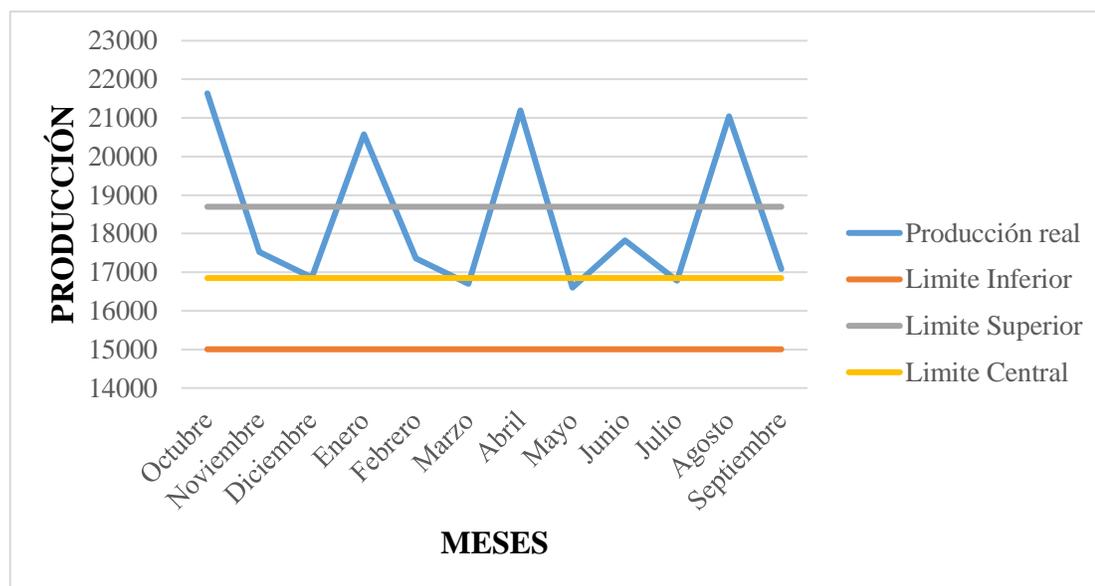
Meses	Demanda real	Producción real
Octubre	19739	21636
Noviembre	16345	17520
Diciembre	15574	16860
Enero	18963	20580
Febrero	16034	17364
Marzo	15252	16698
Abril	19583	21198
Mayo	15240	16602
Junio	16747	17826
Julio	15109	16782
Agosto	18607	21042
Septiembre	15005	17082

Nota: Elaborado por los autores

En la tabla 18 se muestra la diferencia entre el nivel de producción que realizó la empresa durante el último año y la demanda real que se tuvo en los mismos periodos. Esta tabla sirvió para saber cuáles son las cantidades de producto sobrantes que quedaron en almacenamiento, lo que se pudo deducir que no existe una alineación precisa hacia las necesidades del mercado. La empresa no utiliza ningún análisis de demanda; por el contrario, lo realizan netamente por conocimiento empírico del gerente, por lo cual los resultados tienen un nivel alto de incertidumbre.

Bajo este contexto, se presenta un diagrama de control que se realizó analizando la variabilidad de la demanda con el cual se establecieron los límites de control para poder visualizar las veces que la producción tuvo atipicidades o excedentes de su oferta respecto a la demanda real. Con una línea color azul se representa la producción realizada según los datos recolectados, con una línea gris se representa el límite superior según la variabilidad de la demanda y, finalmente, con una línea naranja el límite inferior.

Figura 31. Diagrama de control de sobreproducción



Nota: Elaborado por los autores en Minitab 19.

Según lo que se muestra en la figura 31 se puede observar que existen varios periodos con atipicidades por encima del límite superior de la demanda, los cuales fueron en los meses de octubre, enero, abril y agosto. Bajo este contexto, se puede decir que el sistema actual de la empresa no es preciso por lo que ha provocado períodos con excedentes de productos terminados, y esto también puede afectar al abastecimiento de materiales. Por esto, se utilizó el indicador de tasa de sobreproducción para evaluar el excedente de producción frente a la demanda. Este cálculo permite tener un análisis más preciso del problema y de esta manera ajustar la producción según las verdaderas necesidades del mercado.

$$Tasa\ de\ Sobreproducción = \left(\frac{Producción\ real - Demanda\ real}{Demanda\ real} \right) \times 100$$

Para obtener un porcentaje promedio de sobreproducción, se procedió a realizar el cálculo de manera mensual con los datos de la producción real respecto a la demanda real. Luego se calcula, el promedio de todas las tasas mensuales, lo que nos dio el siguiente valor representativo del periodo evaluado.

Tabla 19. Tasa de sobreproducción mensual

Meses	Demanda real	Producción real	Tasa de sobreproducción
Octubre	19739	21636	9,61%
Noviembre	16345	17520	7,19%
Diciembre	15574	16860	8,26%
Enero	18963	20580	8,53%
Febrero	16034	17364	8,29%
Marzo	15252	16698	9,48%
Abril	19583	21198	8,25%
Mayo	15240	16602	8,94%
Junio	16747	17826	6,44%
Julio	15109	16782	11,07%
Agosto	18607	21042	13,09%
Septiembre	15005	17082	13,84%
Tasa de sobreproducción			9,42%

Nota: Elaborado por los autores

Los resultados mostrados en la tabla demuestran un alto nivel de exceso de producto terminado en contraste con lo que realmente se está vendiendo, teniendo una tasa de sobreproducción entre los rangos del 6% hasta casi un 14% y un promedio total del 9,42%. Esta situación es perjudicial para la eficiencia porque provoca exceso de inventario de producto terminado, además de una visión imprecisa de la demanda en distintos periodos, pudiendo causar problemas para el abastecimiento de materiales.

3.4.3 C1. Inexistencias de planificación de rutas

En la actualidad, la empresa no cuenta con un sistema para planificar rutas de entrega, estas se realizan de manera empírica basándose netamente en el conocimiento y experiencia de los choferes encargados de realizar las entregas. Este escenario se desarrolla con una metodología no estructurada, donde las rutas son realizadas sin un análisis que determine la mejor secuencia de visitas que ayude a optimizar los tiempos de entrega o los costos asociados al combustible por efectuar trayectos muy largos.

La empresa cuenta con una flota vehicular de dos unidades (camiones) que son gestionadas de manera directa para las entregas de productos a clientes mayoristas. Además, existen 5 vehículos asociados que pertenecen a conductores independientes que

trabajan con la marca Man Water como socio comercial pero sus clientes no forman parte de la empresa por lo que no serán tomados en cuenta en el estudio.

En la tabla 20 se muestra una lista de clientes con su respectiva información referente a su ubicación exacta obtenida con los códigos de longitud y latitud de Google Maps, esta información se recolectó durante una ruta de entrega realizada al primer camión de la empresa el día 10 de octubre, iniciando a las 8:30 am desde la empresa. Esta lista, permitirá describir las rutas actuales que se realizan por los camiones que pertenecen a Man Water y determinar las distancias totales de rutas.

Tabla 20. Información de punto de entrega Camión 1

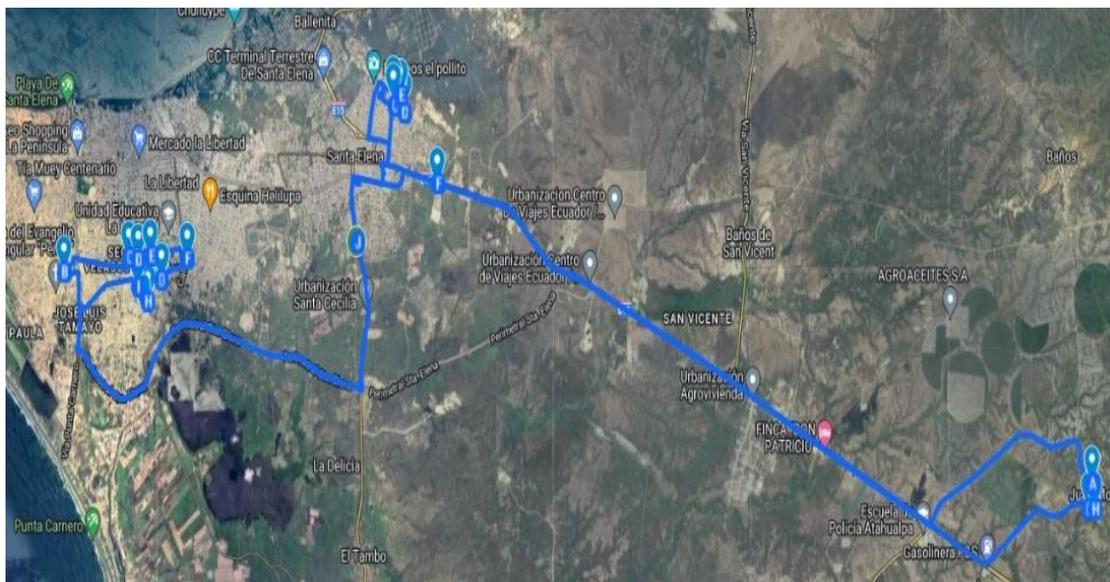
N	Cantón	Localidad	Longitud	Latitud
Cliente 1	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21933	-80,85044
Cliente 2	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21933	-80,85044
Cliente 3	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21933	-80,84903
Cliente 4	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,22014	-80,84858
Cliente 5	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21833	-80,84944
Cliente 6	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21806	-80,85094
Cliente 7	Santa Elena	Narcisa de Jesús	-2,21878	-80,85092
Cliente 8	Santa Elena	Juan Montalvo	-2,23089	-80,84117
Cliente 9	Santa Elena	Juan Montalvo	-2,277	-80,696417
Cliente 10	Santa Elena	Juan Montalvo	-2,277	-80,695194
Cliente 11	Santa Elena	Juan Montalvo	-2,273444	-80,695806
Cliente 12	Santa Elena	Juan Montalvo	-2,273444	-80,695806
Cliente 13	Salinas	José Luis Tamayo	-2,243361	-80,924028
Cliente 14	La Libertad	5 de junio	-2,241333	-80,909694
Cliente 15	La Libertad	5 de junio	-2,241722	-80,907528
Cliente 16	La Libertad	5 de junio	-2,241083	-80,904917
Cliente 17	La Libertad	7 de septiembre	-2,241444	-80,896861
Cliente 18	La Libertad	Velasco Ibarra	-2,244450	-80,902530
Cliente 19	La Libertad	Velasco Ibarra	-2,247470	-80,905600
Cliente 20	La Libertad	Velasco Ibarra	-2,248800	-80,906630
Cliente 21	La Libertad	Velasco Ibarra	-2,245450	-80,907740

Nota: Elaborado por los autores

Con la lista de clientes mencionada anteriormente, se procedió al detalle de la ruta actual que realiza el camión en la jornada de reparto mediante Google My Maps, esto nos permite una visualización de las zonas donde se entrega el producto. Además, la

aplicación nos calcula un total de **98 km** recorridos teniendo en cuenta el punto de partida y el punto de finalización de la empresa, iniciando la jornada a las 8:30 am y terminando a las 2:00 pm. Esto quiere decir que el tiempo total de ruta es de **5 horas con 30 min.**

Figura 32. Ruta Camión 1



Nota: Elaborado por los autores en Google Maps

A continuación, se muestra la lista de clientes realizados por el Camión 2 que abarca principalmente localidades de la Ruta del Spondylus. Así mismo, se muestra la lista de los clientes con las ubicaciones mediante la longitud y latitud obtenida con Google Maps.

Tabla 21. Información de punto de entrega Camión 2

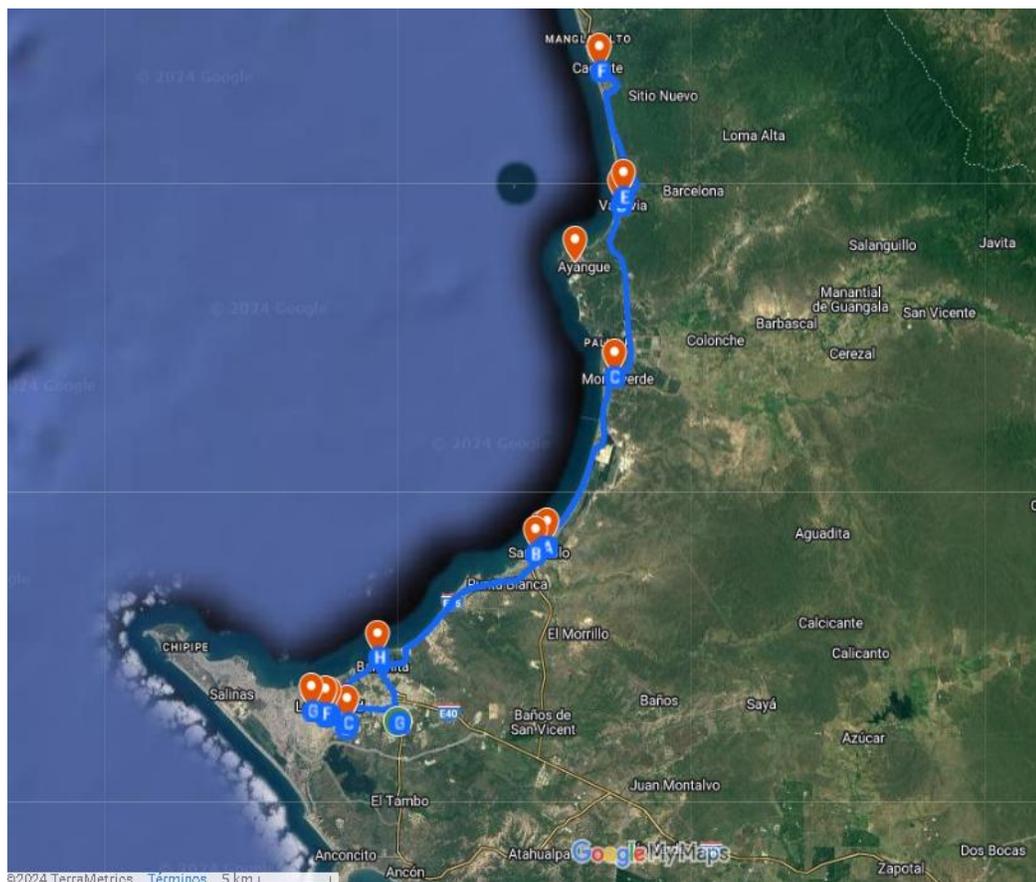
N	Cantón	Localidad	Longitud	Latitud
Cliente 22	La Libertad	Minas	-2,2426670	-80,8909600
Cliente 23	La Libertad	Minas	-2,2394560	-80,8897740
Cliente 24	La Libertad	6 de diciembre	-2,2344640	-80,8997700
Cliente 25	La Libertad	6 de diciembre	-2,2361050	-80,9030000
Cliente 26	La Libertad	6 de diciembre	-2,2334890	-80,9023130
Cliente 27	La Libertad	Abdón Calderón	-2,2323680	-80,9109330
Cliente 28	Santa Elena	Ballenita	-2,2021840	-80,8710380
Cliente 29	Santa Elena	San Pablo	-2,1398510	-80,7729550
Cliente 30	Santa Elena	San Pablo	-2,1387360	-80,7701440
Cliente 31	Santa Elena	San Pablo	-2,1430250	-80,7767960

Cliente 32	Santa Elena	Monteverde	-2,0424130	-80,7293100
Cliente 33	Santa Elena	Ayangue	-1,9784760	-80,7528430
Cliente 34	Santa Elena	San Pedro	-1,9451610	-80,7263520
Cliente 35	Santa Elena	Valdivia	-1,9404140	-80,7242350
Cliente 36	Santa Elena	Cadeate	-1,8687360	-80,7386840

Nota: Elaborado por los autores

Con estas ubicaciones se procedió a la utilización de Google My Maps donde se ingresó la lista de los clientes con sus respectivos códigos para la visualización y el cálculo de las distancias recorridas desde el punto de inicio y finalización en la empresa. Según los cálculos realizados para estas ubicaciones se tiene una distancia total de recorrido de **125 km** con un tiempo estimado de **5 horas con 19 minutos**. Para estimar el tiempo de recorrido por cliente, se divide ese tiempo para las cantidades de puntos de entrega realizados, siendo para la primera ruta 15.21 min x cliente y para la segunda ruta 36.49 min x cliente.

Figura 33. Ruta Camión 2



Nota: Elaborado por los autores en Google Maps

Los vehículos utilizados para el proceso de distribución del producto utilizan como combustible el diésel que actualmente se encuentra en un precio de \$1,037 el galón. A continuación, se muestra en la tabla los vehículos utilizados por la empresa con sus respectivas especificaciones de capacidad, tipo y consumo de combustible.

Tabla 22. Vehículos utilizados en ruta de entrega

VEHÍCULOS			
KIA CERES		MITSUBISHI CANTER	
			
Capacidad	1530 KG	Capacidad	3490 KG
Combustible	Diesel	Combustible	Diesel
Consumo	7,3 km/l	Consumo	12 km/l

Nota: Elaborado por los autores

En resumen, se presentan a continuación los indicadores de tiempo, distancia y el costo total de las rutas realizadas por los camiones para poder cumplir con las respectivas entregas en los diferentes puntos de la provincia y entender de mejor manera la situación actual del sistema de distribución.

Tabla 23. Indicadores Rutas

Indicadores	Ruta 1	Ruta 2
Km	98	125
Tiempo x cliente	15,71 min x cliente	21,26 min x cliente
Costo	\$ 22,63	\$ 36,49

Nota: Elaborado por los autores

En la tabla 23 se presentan los resultados obtenidos para cada indicador para la situación actual del sistema de distribución, teniendo para la ruta 1 un total de 98 km de

recorrido, un tiempo por cliente de 15,21 min y un costo de \$22,63. Para la ruta 2 se tiene una distancia de 125 km, un tiempo por cliente de 21,26 min y un costo de \$36,49.

3.4.4 C3. Carencia de procesos de abastecimiento

La empresa en la actualidad presenta una acumulación significativa en los niveles de inventario de materiales, esto debido a órdenes de pedidos con cantidades excesivas y porque no cuentan con métodos para determinar los puntos de reorden y stock de seguridad. Esto ha provocado una mala planificación del proceso de compras de insumos perjudicando la eficiencia del sistema al adquirir cantidades de manera empírica.

Se realizó el levantamiento de información mediante los registros que maneja actualmente el gerente de la empresa en el último mes, que comprende desde la fecha del 2 de septiembre hasta la fecha cuando se recolectaron los datos siendo el 4 de octubre. A continuación, se presenta una tabla con los datos del inventario inicial y final en el periodo analizado con el propósito de medir el nivel de rotación de cada material.

Tabla 24. *Inventario de materiales*

Materiales	Inventario inicial	Inventario final
Tapas plásticas antiderrame	21665	6660
Sellos de seguridad	16905	1900
Etiquetas	18000	14950

Nota: Elaborado por los autores

El gerente de la empresa manifestó que durante el último mes no se ha realizado ninguna compra de insumos dando a entender que se realizó la adquisición de cantidades elevadas de estos, por lo que la mayoría de los materiales ha estado en almacenamiento durante mucho tiempo antes de ser utilizados. Como se puede observar, el inventario de los sellos de seguridad se ha reducido a 1900 unidades, a diferencia de las tapas plásticas antiderrame, que son 6.660 unidades. Tomando en cuenta que se utiliza un sello por cada tapa plástica, se puede concluir que existe el peligro de paradas del proceso productivo debido a la falta de materiales.

Para medir el nivel de utilización de los materiales mencionados en la tabla 24 se realizó el cálculo de la rotación de inventario. Este indicador proporcionará una visión clara sobre la eficiencia del uso de las materias primas y facilitará la comprensión de cómo varía el inventario a lo largo del tiempo. Identificar patrones de consumo permitirá ajustar los niveles de stock de manera adecuada, optimizando así la gestión del abastecimiento y minimizando el riesgo de faltantes en los recursos esenciales para las operaciones.

Tabla 25. Costo de materiales utilizados

Materiales	Inventario Inicial	Inventario final	Promedio de Inventario	Material Usado
Tapas plásticas antiderrame	21665	6660	14162,5	15005
Sellos de seguridad	16905	1900	9402,5	15005
Etiquetas	18000	14950	16475	3050

Nota: Elaborado por los autores

Para calcular la rotación de materiales, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación de Materiales: } \frac{\text{Materia Prima Utilizada}}{\text{Promedio de Inventario}}$$

Donde:

Costo de Materia Prima Utilizada:

$$\text{Inventario Inicial} - \text{Inventario Final} + \text{compras realizadas}$$

Promedio de Inventario:

$$\frac{\text{Inventario inicial} + \text{Inventario final}}{2}$$

Para el cálculo de la rotación se toman en cuenta los valores de inventario inicial y final, además de las compras realizadas en el periodo analizado. Esto se realizó con el objetivo de medir la frecuencia con la que se consume el inventario en relación con su respectivo promedio. A continuación, en la tabla 26 se muestran los resultados del cálculo de la rotación de materiales de las tapas plásticas antiderrame, sellos de seguridad y las etiquetas.

Tabla 26. Rotación de inventarios

Materiales	Inventario inicial	Inventario final	Promedio de Inventario	Materia Usado	Rotación de Materiales
Tapas plásticas antiderrame	21665	6660	14162,5	15005	1,0595
Sellos de seguridad	16905	1900	9402,5	15005	1,5959
Etiquetas	18000	14950	16475	3050	0,1851

Nota: Elaborado por los autores

Según los resultados obtenidos en la tabla anterior se puede evidenciar que existe una baja rotación de los materiales, esto indica un alto nivel de inventario en comparación de su consumo en el proceso. En primer lugar, se encuentran los sellos de seguridad con una rotación de 1,59 veces por semana siendo la de mayor consumo. En segundo lugar, se encuentran las tapas plásticas antiderrame con una rotación solo del 1,06 veces por semana dando a entender un exceso de stock del material y, finalmente, se encuentran las etiquetas solo con una rotación de 0,18 veces por semana. Esta situación subraya la necesidad de optimizar los niveles de inventario en relación con la demanda y el reabastecimiento para reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

3.5 Elaboración de propuesta

Luego de haber cumplido con las etapas metodológicas planteadas, se obtuvo un diagnóstico detallado sobre la situación actual de la empresa MAN WATER. A partir de esta información, se desarrolló una propuesta de mejora alineada con las necesidades identificadas en cada fase del estudio. Con el respaldo de los datos obtenidos durante las visitas a la planta y el análisis exhaustivo de los procesos logísticos, se diseñó una estrategia para optimizar la operación y el rendimiento de la empresa. Esta propuesta tiene como objetivo incrementar la eficiencia de la red logística, en concordancia con los resultados obtenidos en el diagnóstico y en función de los objetivos, se propuso: "DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR."

A continuación, se presentan los principales problemas detectados durante el diagnóstico de la empresa MAN WATER, junto con las respectivas propuestas de mejora para cada uno de ellos. En la tabla 27 se resume de manera concisa las deficiencias encontradas y las soluciones diseñadas, con el objetivo de facilitar la visualización y comprensión de los resultados:

Tabla 27. Causa - Propuesta de solución

Problema	Propuesta
Falta de control de inventario	Sistema de control de inventario
Inexistencia de cálculo de demanda	Cálculo por el método Suavizamiento Exponencial
Inexistencia de planificación de rutas	Enrutamiento
Carencia de procesos de abastecimiento	Sistema de planificación de requerimientos de materiales (MRP)

Nota: Elaborado por los autores

3.5.1 Propuesta de control de inventario

Para resolver el problema de la existente deficiencia en el control de inventario, se propone utilizar un sistema mediante la utilización del software de Excel por la facilidad de manejo para el personal que estaría encargado de los registros, además del bajo costo que tiene a diferencia de aplicaciones más complejas que cuentan con licencias de valores elevados y necesitan capacitaciones específicas para su utilización.

En el desarrollo de la estructura del archivo de Excel para el control de inventarios, es fundamental organizar la información de manera que facilite el registro y monitoreo de las operaciones diarias. El diseño cuenta con diversas hojas de trabajo donde se registran los movimientos de materia prima, las órdenes de producción, las ventas, el stock actual, materiales dañados, etc. A continuación, se detalla lo mencionado.

- **Inventario de productos**

El sistema de control de inventario cuenta con una hoja de trabajo donde se almacenan los niveles de stock de producto terminado, el código, las entradas, las salidas y sus costos relacionados a su producción. Es importante tener esta información

actualizada para la toma de decisiones y tener un inventario disponible para cumplir con demandas imprevistas.

En la tabla 28 se encuentra el inventario de producto terminado, donde se encuentra el código del producto, las entradas relacionadas a la producción, las salidas asociadas a las ventas, el costo promedio por unidad y, finalmente, se incluye una alerta mediante el stock de seguridad para dar aviso del abastecimiento urgente del producto. La tabla mostrada se encuentra enlazada a las hojas de producción e inventario de materias primas. Esta estructura ayuda a garantizar que se mantengan las existencias, costos estandarizados y consistencia en la producción, permitiendo identificar faltantes y desviaciones en el costo de fabricación en caso de cambios en costos de materias primas.

Tabla 28. Registro de productos

PRODUCTO	Código	Stock actual	Entradas	Salidas	Costo promedio	Costo total	Alerta
Botellón 20 litros Ros	COD001	50	50	0	\$ 0,35	\$ 17,43	465
Botellón 20 litros Nor	Cod002	45.227	48.721	3.494	\$ 0,35	\$ 15.627,44	465

Nota: Elaborado por los autores

Como se muestra en la tabla, se presentan 2 productos siendo botellones de 20 litros con la diferencia en el tipo de tapa utilizada por el envase. Se le colocó un código de identificación y se realizaron registros iniciales de los valores de entradas y salidas según los datos proporcionados por el gerente. Se realizó el cálculo del costo promedio mediante los valores individuales de los insumos utilizados según los registros de compras.

- **Receta de productos**

La hoja de la receta de productos es crucial para el funcionamiento del sistema, ya que, en la misma se desglosa la cantidad necesaria de cada insumo para la fabricación del producto padre. Es importante determinar la receta de fabricación porque cada vez que se emita una orden de producción se sabrá con exactitud la cantidad teórica de material que será utilizado.

Tabla 29. Receta de productos

Ítem	Código Producto	Producto	Materia Prima	Medida	Cantidad	Costo Promedio
1	COD001	Botellón 20 litros Ros	Agua	Lt	20	0,0422
2	COD001	Botellón 20 litros Ros	Etiqueta	Unidad	1	0,01
3	COD001	Botellón 20 litros Ros	Sello de seguridad	Unidad	1	0,1
4	COD001	Botellón 20 litros Ros	Tapa enroscable	Unidad	1	0,04
5	COD001	Botellón 20 litros Ros	Botellón 20 lt	Unidad	1	0,15
1	Cod002	Botellón 20 litros Nor	Agua	Lt	20	0,0422
2	Cod002	Botellón 20 litros Nor	Etiqueta	Unidad	1	0,013
3	Cod002	Botellón 20 litros Nor	Sello de seguridad	Unidad	1	0,1
4	Cod002	Botellón 20 litros Nor	Tapa Antiderrame	Unidad	1	0,04
5	Cod002	Botellón 20 litros Nor	Botellón 20 lt	Unidad	1	0,15

Nota: Elaborado por los autores

La empresa produce botellones de 20 litros de agua purificada con 2 presentaciones por los distintos envases usados a nivel local por las diferentes empresas del sector, ya que existe una cantidad significativa de envases de otras marcas que cuentan con golletes normales y de rosca. Bajo este contexto, se construyó 2 recetas por la utilización de 2 tapas diferentes dependiendo del tipo de envase disponible para el proceso de producción, las mismas que cuentan con el tipo de materia prima y la cantidad necesaria para el producto padre, además se incluye el costo promedio de cada material y poder estimar el costo total.

- **Registro de inventario de materia prima**

Para el sistema de control de inventario propuesto se creó una sección que se considera principal porque es donde se muestra la cantidad existente de materiales en la bodega de la empresa, así como los movimientos de entradas-salidas y el costo del inventario actual. Esta sección se encuentra enlazada a distintas hojas para su actualización dinámica como las salidas con las ventas y el registro de materiales dañados, también las entradas con las compras, la alerta con el cálculo del stock de seguridad y punto de reorden. A continuación, se muestra la interfaz de la hoja de trabajo.

Tabla 30. Registro de inventario

Materia prima	Medida	Alerta	Stock actual	Entradas	Salidas	Costo promedio	Costo inventario
Agua	Lt	9.300	31.500	1.006.920	975.420	\$ 0,002	\$ 66
Etiqueta	Unidad	4.233	14.885	63.671	48.786	\$ 0,01	\$ 198
Sello de seguridad	Unidad	4.233	1.850	50.621	48.771	\$ 0,10	\$ 185
Tapa Antiderrame	Unidad	4.233	5.660	54.401	48.741	\$ 0,04	\$ 226
Tapa enroscable	Unidad	4.233	930	980	50	\$ 0,04	\$ 40
Botellón 20 lt	Unidad	465	750	49.521	48.771	\$ 0,15	\$ 113

Nota: Elaborado por los autores

Como se puede observar en la tabla 30, la primera columna especifica la materia prima y su respectiva medida, garantizando la correcta identificación de cada insumo según sus características, como litros para el agua y unidades para materiales sólidos. La alerta para insumos críticos quedó establecida en 4233 unidades siendo el punto de reorden que se considera un parámetro crítico para asegurar la continuidad del sistema.

- **Cálculo de stock de seguridad y punto de reorden**

Utilizando los datos recolectados de los registros de las ventas se realizó el cálculo del stock de seguridad (SS) y el punto de reorden (R) mediante las fórmulas que se presentan a continuación. Para el SS se considera la variación de la demanda y el 95% de confiabilidad y para el punto de reorden se considera el tiempo que se tarda el proveedor en cumplir con el pedido que para el caso de estudio es de 1 semana.

Tabla 31. Ventas de los últimos 3 meses

SEMANA	VENTAS
1	3.414
2	4.277
3	3.924
4	3.836
5	4.092
6	3.710
7	3.491
8	3.478
9	3.846
10	4.057

$$SS = Z\sigma_s\sqrt{LT}$$

$$SS = 1,6449 * 282\sqrt{1} = 464$$

$$R = \bar{s}LT + SS$$

$$R = 3769 * 1 + 465 = 4233$$

11	3.481
12	3.621
Promedio	3.769
Desv. Esta.	282

Nota: Elaborado por los autores

En esta tabla, se realiza el cálculo del stock de seguridad utilizando un nivel de servicio del 95% y la desviación estándar de las ventas de los últimos 3 meses como se muestra en la tabla. Con el valor del stock de seguridad se calcula el punto de reorden teniendo en cuenta el tiempo de espera que se tarda en llegar el pedido; como se mencionó anteriormente, este cálculo permitió la automatización de las tablas de inventario con respecto a las alertas de reabastecimiento. Esto se realiza con el objetivo de tener el inventario suficiente para cubrir la demanda del mercado con el mínimo riesgo de excesos.

- **Registro de compras**

Se realizó un registro de compras con el objetivo de controlar constantemente las cantidades de adquisiciones de materias prima. Mediante el registro de las fechas, valores, costos unitarios y totales, la empresa puede tener un control claro sobre el flujo de materiales que entran al inventario, lo que es esencial para analizar tendencias de costos y planificar futuros pedidos de manera más eficiente.

Tabla 32. Registro de compras

Fecha	Materia Prima	Medida	Cantidad	Costo Un	Costo T
1/7/2024	Tapa Antiderrame	Unidad	<u>54.401</u>	<u>\$ 0,04</u>	\$ 2.176,04
1/7/2024	Sello de seguridad	Unidad	<u>50.621</u>	<u>\$ 0,10</u>	\$ 5.062,10
1/7/2024	Etiqueta	Unidad	<u>63.671</u>	<u>\$ 0,01</u>	\$ 848,95
1/7/2024	Tapa enroscable	Unidad	<u>980</u>	<u>\$ 0,04</u>	\$ 42,14
1/7/2024	Agua	Lt	<u>1.006.920</u>	<u>\$ 0,00211</u>	\$ 2.124,60
1/7/2024	Botellón 20 lt	Unidad	<u>49.521</u>	<u>\$ 0,15</u>	\$ 7.428,15

Nota: Elaborado por autores

En la tabla 32 se refleja el control eficiente de las compras de materias primas, donde se detallan las cantidades exactas de las adquisiciones y el costo de estas. Además, al vincularse con el cálculo de punto de reorden y el stock de seguridad, la empresa puede

coordinar las compras de manera más eficiente, asegurando que las adquisiciones se realicen en el momento adecuado y evitando tanto el sobre stock como la falta de materiales críticos.

- **Registro de producción**

El registro de producción es fundamental dentro del sistema de inventario, esta tabla estará enlazada mediante fórmulas a las salidas de materia prima pudiendo reducir las existencias de esta según la cantidad de fabricación de productos. Esta reducción se realiza de acuerdo con la receta establecida anteriormente, permitiendo llevar un control exacto de la utilización de materiales.

Tabla 33. Registro de producción

Fecha	Código	Producto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.494	\$ 0,35	\$ 1.222,90
8/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.414	\$ 0,35	\$ 1.194,90
15/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	4.277	\$ 0,35	\$ 1.496,95
22/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.924	\$ 0,35	\$ 1.373,40
29/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.836	\$ 0,35	\$ 1.342,60
5/8/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	4.092	\$ 0,35	\$ 1.432,20
12/8/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.710	\$ 0,35	\$ 1.298,50
19/8/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.491	\$ 0,35	\$ 1.221,85
26/8/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.478	\$ 0,35	\$ 1.217,30
2/9/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.846	\$ 0,35	\$ 1.346,10
9/9/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	4.057	\$ 0,35	\$ 1.419,95
16/9/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.481	\$ 0,35	\$ 1.218,35
23/9/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.621	\$ 0,35	\$ 1.267,35
22/10/2024	COD001	Botellón 20 litros Ros	50	\$ 0,35	\$ 17,50

Nota: Elaborado por autores

La tabla mostrada recoge los datos de la producción de los productos de manera diaria, permitiendo tener un registro de las entradas al almacén de producto terminado y determinar la disponibilidad para la venta. Además, se muestra el precio unitario de fabricación y poder tener un estimado del precio que se utilizó en su producción.

- **Registro de daños de materia prima**

Una de las deficiencias existentes encontradas fue la falta de control de materiales dañados que no se ven reflejados en el inventario de materiales provocando una discrepancia en la exactitud del registro. Para mejorar esto, se presenta un apartado donde se ingresan el tipo de materia prima, cantidad dañada, el responsable de esas unidades, y una observación con una descripción del motivo del daño.

Tabla 34. Registro de daño

Materia prima	Medida	Cantidad dañada	Responsable	Observación
Tapa antiderrame	Unidad	20	Trabajador X	Mala colocación en el botellón
Etiqueta	Unidad	15	Trabajador Y	Sobrecalentamiento

Nota: Elaborado por autores

La cantidad de materiales dañados está enlazada de manera directa a las salidas de la hoja de inventario de materia prima. Esto permitirá que el control sea más exacto porque se registran las salidas de materiales usados y materiales dañados dentro del proceso de producción.

- **Registro de ventas**

Una parte vital en el sistema es el registro de las ventas donde se podrá recolectar datos que servirán para analizar el comportamiento del mercado, pudiendo ajustar las proyecciones de demanda e inventarios para mejorar la precisión del proceso de abastecimiento. También ayuda a analizar la relación entre ventas y costos, identificando productos con mayor o menor rentabilidad.

Tabla 35 Registro de ventas

Fecha	Código	Producto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1/7/2024	Cod002	Botellón 20 litros Nor	3.494	\$ 0,70	\$ 2.445,80

Nota: Elaborado por los autores

La tabla del registro de ventas cuenta con una casilla donde se coloca la fecha en la que se realizó la venta, también una casilla donde se selecciona el código del producto vendido que sirve para rellenar automáticamente la casilla correspondiente al nombre del

producto mediante fórmulas de Excel, y finalmente donde se realiza el registro de la cantidad de unidades vendidas con el respectivo precio unitario para calcular el valor recaudado por la venta.

- **Resumen de ventas semanales**

Se consideró tener una hoja donde se recolecten los datos de las ventas que se realizaron en el periodo de una semana con el objetivo de que estos valores sirvan para la actualización del sistema de pronóstico de demanda para mejorar la sensibilidad de este, además de que sirve para poder realizar informes del estado financiero y flujo de dinero de la empresa.

Tabla 36. *Resumen de ventas semanales*

N°	Semana (lunes a sábado)	Ventas Totales	Unidades Totales
1	1/7/2024	\$ 2.445,80	3.494
2	8/7/2024	\$ 2.389,80	3.414
3	15/7/2024	\$ 2.993,90	4.277
4	22/7/2024	\$ 2.746,80	3.924
5	29/7/2024	\$ 2.685,20	3.836
6	5/8/2024	\$ 2.864,40	4.092
7	12/8/2024	\$ 2.597,00	3.710
8	19/8/2024	\$ 2.443,70	3.491
9	26/8/2024	\$ 2.434,60	3.478
10	2/9/2024	\$ 2.692,20	3.846
11	9/9/2024	\$ 2.839,90	4.057
12	16/9/2024	\$ 2.436,70	3.481
13	23/9/2024	\$ 2.534,70	3.621

Nota: Elaborado por los autores

La información que se recolecta en todo el sistema de control de inventario es crucial para la toma de decisiones gerenciales respecto al nivel de existencia de materiales y producto terminado. Por este motivo, al tratarse de una investigación de tipo no experimental, se considera determinar el 5% de error al sistema por fallos humanos y el **95% de exactitud del inventario** como objetivo principal en la utilización del sistema en la empresa Man Water.

Este objetivo se puede alcanzar de manera eficaz realizando revisiones periódicas del sistema para el correcto funcionamiento o encontrar puntos de mejora; además, es necesario capacitaciones adecuadas para el personal encargado sobre el uso del sistema y poder asegurar un buen registro de todos los movimientos de material. Estas acciones permitirán aumentar la eficiencia operativa de la red logística, pudiendo tomar mejores decisiones con base en las cantidades reales existentes en la empresa.

3.5.2 Propuesta de pronóstico de demanda

Uno de los principales problemas que tiene la empresa es la ausencia de cálculos que permitan tener proyecciones de la demanda, para esto se propuso implementar métodos de pronósticos de demanda que permitan anticipar el comportamiento del mercado. El objetivo es la activa participación en la planificación de los procesos de producción, compras de materiales y gestión de inventario. Existen métodos cuantitativos como por ejemplo el promedio móvil y modelos de series de tiempo, así como cualitativos, como las encuestas de opinión.

Bajo este contexto, se propuso utilizar 2 métodos complementarios empezando por el promedio móvil como método base, el cual suaviza las fluctuaciones de datos de ventas históricos y da una visión del comportamiento promedio de la demanda cuando no presenta una tendencia o estacionalidad observable. Así mismo, el suavizamiento exponencial simple como contraste para poder realizar una comparación de los resultados obtenidos, este asigna un mayor peso a los datos más recientes de la demanda, lo que resulta en un pronóstico dinámico y adaptado a posibles cambios en las tendencias de ventas.

Para la realización de los métodos mencionados se ha recopilado un conjunto de datos históricos mensuales que cubre el periodo desde el 2 de octubre del 2023 al 28 de septiembre del 2024, proporcionados por el gerente de la empresa. Estos datos son fundamentales para poder realizar un análisis de la demanda y proyectar su comportamiento futuro.

Tabla 37. Demanda real

Meses	Demanda real
Octubre	19739
Noviembre	16345
Diciembre	15574
Enero	18963
Febrero	16034
Marzo	15252
Abril	19583
Mayo	15240
Junio	16747
Julio	15109
Agosto	18607
Septiembre	15005

Nota: Elaborado por los autores

Promedio móvil (3 meses)

El método de pronóstico por promedio móvil se utilizó con un periodo de análisis de 3 meses. Para su aplicación, el nivel en el periodo P se estima como la demanda promedio durante N periodos analizados. Esto se puede expresar como:

$$L_t = (D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t-N+1})/N$$

Para calcular el número promedio móvil se agrega el valor del último valor de la demanda y se elimina el más antiguo. Es decir, el promedio móvil calculado sirve para el cálculo del valor siguiente. En este método se les da el mismo peso a los últimos valores y se ignoran los anteriores al nuevo promedio móvil.

A continuación, se presenta una tabla realizada en software Excel donde se realiza el pronóstico inicial con los datos de demanda del mes de octubre, noviembre y diciembre del 2023, proyectados hacia el mes de enero del 2024 y se repite el proceso para los periodos siguientes. Además, se incluye el cálculo del error, error absoluto, y error porcentual con el objetivo de determinar el porcentaje de error porcentual absoluto medio (MAPE) y analizar la precisión del pronóstico realizado.

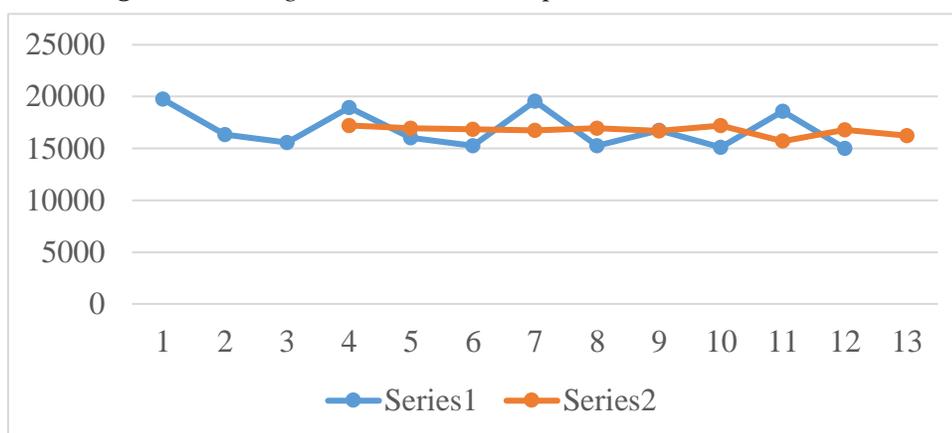
Tabla 38. Promedio móvil

Meses	Demanda	P=3	Error	Error absoluto	Error cuadrático	Error porcentual
Octubre	19739					
Noviembre	16345					
Diciembre	15574					
Enero	18963	17219	1744	1744	3040373	9,20 %
Febrero	16034	16961	-927	927	858711	5,78%
Marzo	15252	16857	-1605	1605	2576025	10,52%
Abril	19583	16750	2833	2833	8027778	14,47%
Mayo	15240	16956	-1716	1716	2945800	11,26%
Junio	16747	16692	55	55	3062	0,33%
Julio	15109	17190	-2081	2081	4330561	13,77%
Agosto	18607	15699	2908	2908	8458403	15,63%
Septiembre	15005	16821	-1816	1816	3297856	12,10%
		16240	-67	1743	3726508	10%
			ME	MAD	MSE	MAPE

Nota: Elaborado por los autores

Como se observa en la tabla 38 se muestra el promedio móvil para cada periodo, obteniendo que para el del mes de octubre se pronostica una demanda de 16.240 unidades con un error porcentual absoluto medio (MAPE) del 10 %, lo que indica que el pronóstico tiene una buena precisión. A continuación, se presenta un diagrama de líneas con los datos de la demanda y el pronóstico.

Figura 34. Diagrama de líneas del promedio móvil



Nota: Elaborado por los autores

En la gráfica mostrada, donde se presenta con una línea azul la demanda real y con una línea naranja el valor del pronóstico la misma muestra una tendencia relativamente

lineal lo que indica valores constantes. A pesar de presentar un error porcentual absoluto medio del 10%, se puede decir que el modelo no percibe de manera adecuada las variaciones a corto plazo de la demanda. Bajo este contexto, el modelo necesita complementarse con otro método más sensible, como el de suavizamiento exponencial simple.

Suavizamiento exponencial simple con Solver

El método de pronóstico por suavizamiento exponencial implementado para la empresa se basa en la selección de un valor de α , que fue determinado utilizando la herramienta Solver de Excel, con un valor de 0.336. Este valor se ajusta según la variabilidad de la demanda histórica, lo que permite que el modelo se adapte mejor a los cambios recientes en las ventas. En el método de suavizamiento exponencial un valor más alto de α otorga un peso mayor a los valores recientes de demanda logrando una resiliencia al mercado. En cambio, un valor más bajo de α otorga un mayor peso al historial de datos de demanda obteniendo modelos conservadores. Para el caso de estudio se seleccionó un valor equilibrado, resultando en un modelo donde detecte tendencias recientes como las fluctuaciones históricas de la empresa.

Para el desarrollo del método de suavizamiento exponencial se realiza un pronóstico inicial que es igual al primer valor de la demanda analizada. Bajo este contexto, se estableció el pronóstico inicial utilizando el valor de 19739 unidades, siendo este valor la base de los cálculos de los pronósticos posteriores. Para los siguientes periodos se utiliza la fórmula que se muestra a continuación:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

F_t = nuevo pronóstico

F_{t-1} = pronóstico anterior

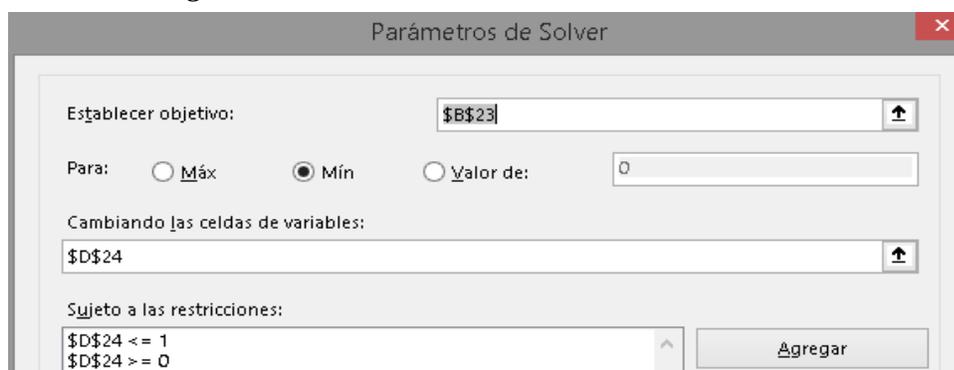
α = constante de suavizado(ponderación)(≤ 1 ; ≥ 0)

A_{t-1} = demanda en el periodo anterior

Para el cálculo de la constante de suavizado más óptima para el periodo estudiado, se utilizó la herramienta de Solver de EXCEL, donde se establece como celda objetivo la media del error absoluto de la tabla del cálculo del error del pronóstico y determinando la

variable la celda donde se fijará la constante con las restricciones de que debe ser mayor o igual a 0 y menor o igual que 1, como se muestra en la figura 35.

Figura 35. Herramienta de solver



Nota: Elaborado por los autores

A continuación, se muestra la tabla del cálculo del error del pronóstico que es fundamental para evaluar la precisión del modelo planteado y poder determinar el grado en que se ajustan los valores a la demanda real. Los resultados muestran que el pronóstico ha sido preciso en la mayoría de los periodos, con errores relativamente bajos y una desviación porcentual aceptable (MAPE).

Tabla 39. Cálculo del error del pronóstico.

Meses	Demanda	Pronóstico	Error	Error absoluto	Error cuadrático	Error porcentual
Octubre	19739	19739	0	0	0	0,00%
Noviembre	16345	19739	-3394	3394	11519236	20,76%
Diciembre	15574	18597	-3023	3023,3	9140911,5	19,41%
Enero	18963	17580	1383	1383	1911458	7,29%
Febrero	16034	18045	-2011	2011	4046057	12,55%
Marzo	15252	17369	-2117	2117	4481263	13,88%
Abril	19583	16657	2926	2926	8562301	14,94%
Mayo	15240	17641	-2401	2401	5765262	15,76%
Junio	16747	16833	-86	86	7476	0,52%
Julio	15109	16804	-1695	1695	2874315	11,22%
Agosto	18607	16234	2373	2373	5630549	12,75%
Septiembre	15005	17032	-2027	2027	4109797	13,51%
		16350	-840	1953	4837385	11,88%
			ME	MAD	MSE	MAPE

MAD	1953	Alpha
MSE	4837385,43	0,336360036
MAPE	11,88%	

Nota: Elaborado por los autores

Con la utilización de un coeficiente de alfa de 0,33 se obtuvo un MAPE del 11,88%, siendo un valor aceptable que nos mide la exactitud del pronóstico en contraste con los valores de la demanda. Para entender de mejor manera cada parámetro considerado se realiza a continuación una explicación detallada de los resultados y las fórmulas usadas para el cálculo de estos.

- **Desviación absoluta media (MAD):** Se obtuvo un valor de 1953 unidades como desviación dando a entender que la predicción puede ser mayor o menor en ese rango respecto a la demanda real, pudiendo ser crucial para poder estar preparados en caso de que exista esa variación.

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronóstico|}{n}$$

- **Error cuadrático medio (MSE):** Este indicador penaliza más los errores grandes al elevar al cuadrado las diferencias entre la demanda real y el pronóstico, se tuvo como resultado que el MSE es de 4837385,43, lo que muestra que el modelo tiene algunos errores significativos, que pueden estar influidos por variaciones repentinas en la demanda.

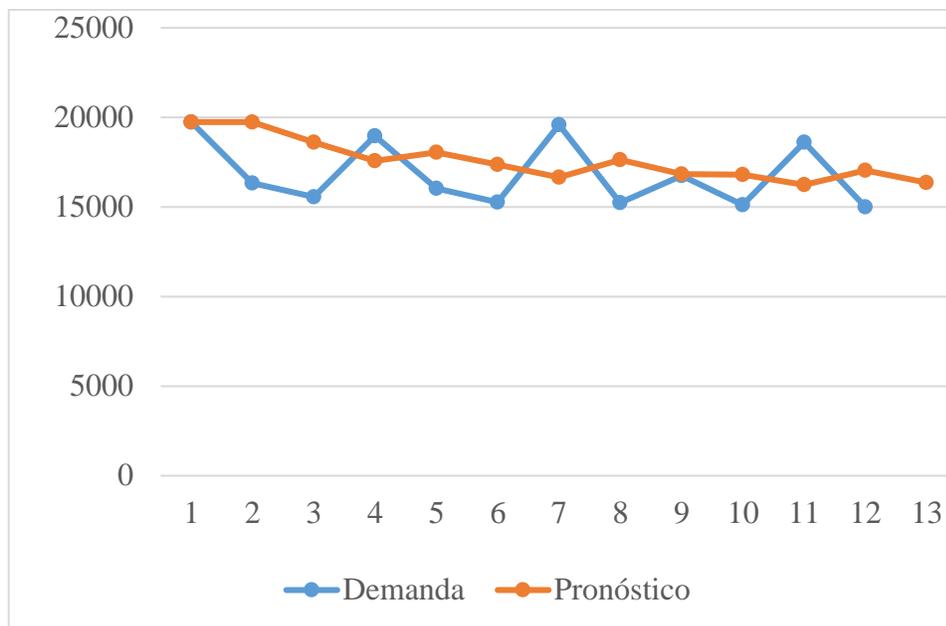
$$MSE = \frac{\sum Error\ de\ pronóstico^2}{n}$$

- **Error porcentual absoluto medio (MAPE):** Representa el error como un porcentaje de la demanda real, lo que facilita la interpretación de la precisión. Bajo este contexto, se tuvo un MAPE de 11,88% lo que indica que, en promedio, el pronóstico se desvía un 11,88% de la demanda real.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronóstico_i|}{n \cdot Real_i}$$

A continuación, se presenta una gráfica donde los datos de la demanda se visualizan con una línea color azul y los datos obtenidos mediante el método de suavizamiento exponencial están en una línea color naranja. Estos resultados buscan una mejor adaptación al comportamiento de la demanda en comparación con el promedio móvil teniendo un pronóstico más sensible.

Figura 36. Diagrama de líneas del suavizamiento exponencial



Nota: Elaborado por los autores

El diagrama de líneas mostrado en la figura 36 muestra una mejor alineación entre la demanda y los valores obtenidos del pronóstico mediante el método de suavizamiento exponencial simple, a diferencia de los resultados con el método de promedio móvil. Se puede concluir que el segundo método aplicado es más efectivo en la adaptación de cambios a corto plazo, lo cual permite una mayor sensibilidad a variaciones.

Para determinar la efectividad de la propuesta en comparación con el entorno actual se utilizó el indicador de la tasa de sobreproducción con los datos que se obtuvieron en el pronóstico de demanda mediante el método de suavizamiento exponencial, ya que este método presenta una mayor efectividad en comparación del promedio móvil. A continuación, se presenta una tabla con los valores mensuales y el promedio anual:

Tabla 40. Tasa de sobreproducción - Propuesta

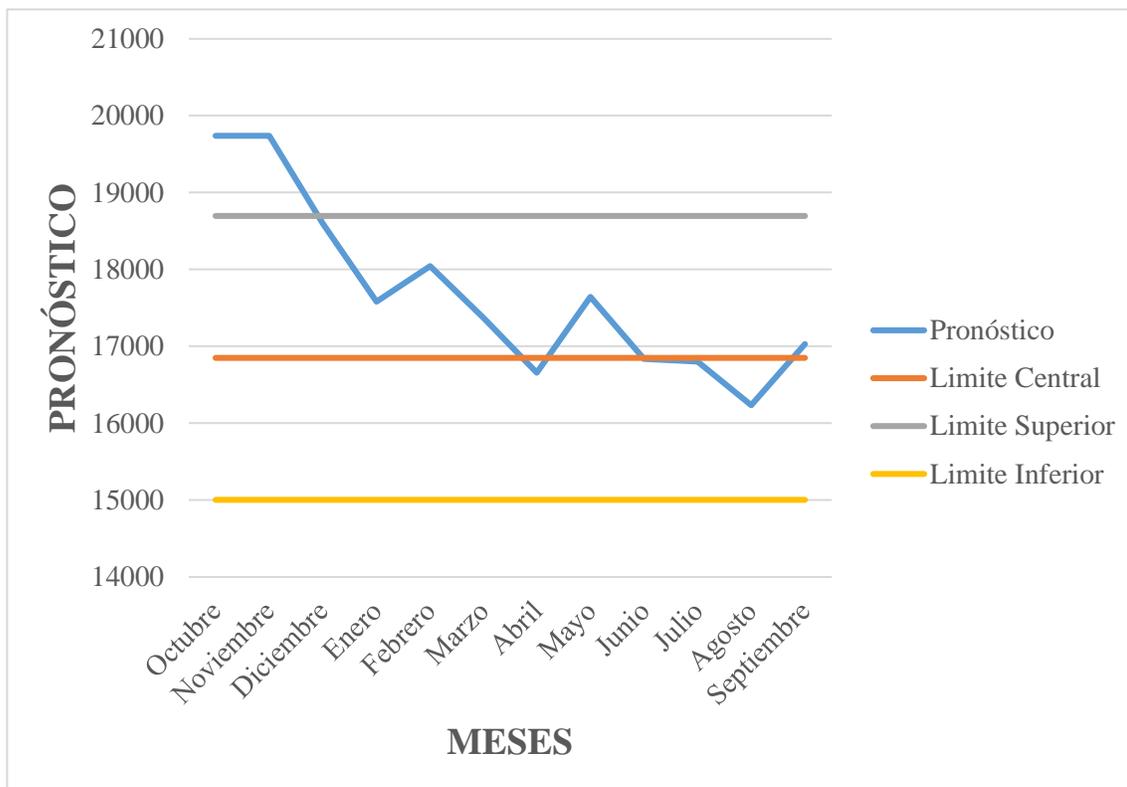
Meses	Demanda real	Pronóstico	Tasa de sobreproducción
Octubre	19739	19739	0,0%
Noviembre	16345	19739	20,8%
Diciembre	15574	18597	19,4%
Enero	18963	17580	-7,3%
Febrero	16034	18045	12,5%
Marzo	15252	17369	13,9%
Abril	19583	16657	-14,9%
Mayo	15240	17641	15,8%
Junio	16747	16833	0,5%
Julio	15109	16804	11,2%
Agosto	18607	16234	-12,8%
Septiembre	15005	17032	13,5%
Tasa de sobreproducción			6,1%

Nota: Elaborado por los autores

Se obtuvo como resultado que la tasa de sobreproducción tiene variaciones en distintos periodos, pudiendo mejorar con la actualización constante logrando obtener predicciones más sensibles, hay meses donde existen excedentes de producto, pero también existen meses donde se puede visualizar que puede faltar producto.

El valor promedio del indicador es de 6,1% mejorando notablemente en contraste con el entorno actual de la empresa. Así mismo, como se realizó en el levantamiento de información se presenta a continuación una gráfica de control donde se reemplazan los valores de la producción real actual por el valor obtenido del pronóstico por el método de suavizamiento exponencial con el objetivo de visualizar el comportamiento de la predicción con los límites calculados anteriormente.

Figura 37. Gráfica de control propuesta



Nota: Elaborado por los autores

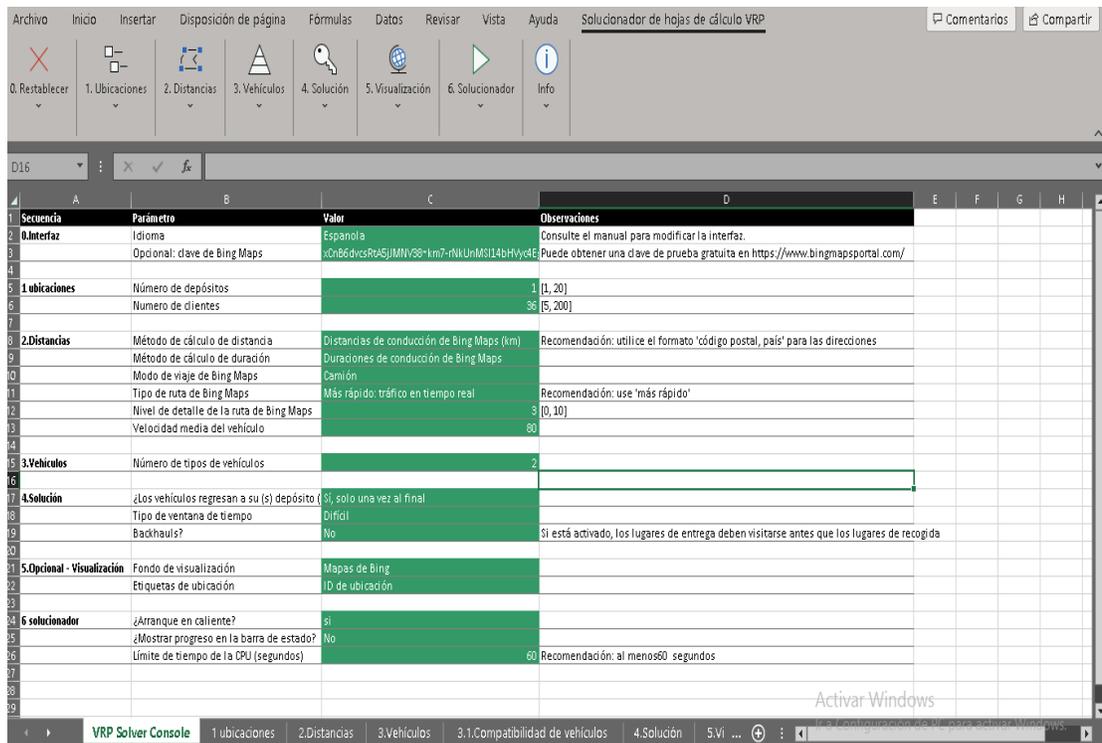
Según lo que se pudo observar en la figura 37, se puede decir que los valores del pronóstico se mantienen dentro de los límites demostrando la efectividad de la propuesta planteada para el problema intervenido. Se puede observar que al inicio en los meses de octubre y noviembre están por encima del límite, pero mientras se ajustan las predicciones el entorno mejora.

Este resultado indica que el método de pronóstico aplicado logra adaptarse con eficacia a las fluctuaciones típicas de la demanda, promoviendo una producción equilibrada que minimiza tanto el exceso como la falta de inventario. Mediante la estabilidad reflejada en la carta de control se respalda la precisión del modelo, destacando su confiabilidad como herramienta para gestionar la variabilidad de la demanda de manera eficiente.

3.5.3 Propuesta de enrutamiento

Para encontrar una solución a la problemática de rutas de vehículos se utilizará la herramienta VRP Spreadsheet Solver. La misma es una herramienta de código abierto que se agrega al software Excel de Microsoft, que una vez instalado se ejecuta en una hoja de cálculo y es capaz de resolver más de 64 variantes del ruteo de vehículos que incluyen factores importantes como visitas selectivas, recolección, entregas, ventanas de tiempo, cálculo de distancias, flota utilizada y destino final del vehículo (Navarro Romero et al., 2021; Zapata & Ararat, 2020). A continuación, se presenta la primera hoja de la consola de trabajo.

Figura 38. Consola principal VRP Solver



Secuencia	Parámetro	Valor	Observaciones
0	Interfaz	Española	Consulte el manual para modificar la interfaz.
	Opcional: clave de Bing Maps	xOnB6dvcsRz5JMNv38~km7~nWUmMSl4bHvYdE	Puede obtener una clave de prueba gratuita en https://www.bingmapsportal.com/
1	Ubicaciones		
	Número de depósitos	1	[1, 20]
	Número de clientes	36	[5, 200]
2	Distancias		
	Método de cálculo de distancia	Distancias de conducción de Bing Maps (km)	Recomendación: utilice el formato 'código postal, país' para las direcciones
	Método de cálculo de duración	Duraciones de conducción de Bing Maps	
	Modo de viaje de Bing Maps	Camión	
	Tipo de ruta de Bing Maps	Más rápido: tráfico en tiempo real	Recomendación: use 'más rápido'
	Nivel de detalle de la ruta de Bing Maps	3	[0, 10]
	Velocidad media del vehículo	80	
3	Vehículos		
	Número de tipos de vehículos	2	
4	Solución		
	¿Los vehículos regresan a su (s) depósito (s) solo una vez al final?	Si	
	Tipo de ventana de tiempo	Difícil	
	Backhauls?	No	Si está activado, los lugares de entrega deben visitarse antes que los lugares de recogida
5	Opcional - Visualización		
	Fondo de visualización	Mapas de Bing	
	Etiquetas de ubicación	ID de ubicación	
6	Solucionador		
	¿Arranque en caliente?	Si	
	¿Mostrar progreso en la barra de estado?	No	
	Límite de tiempo de la CPU (segundos)	60	Recomendación: al menos 60 segundos

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

En la figura 38 se muestra la consola inicial de la herramienta a través de una hoja de trabajo de EXCEL, en la misma se configura distintos factores que se utilizarán para encontrar la solución óptima. Empezando con:

- 1. Ubicaciones.** - En este apartado se configuran los parámetros del número de depósitos y el número de clientes. Actualmente, la empresa Man Water cuenta con un listado de 36 clientes distribuidos en la provincia y como depósito estará la planta ubicada en el Barrio Marazita.

2. **Distancias.** - Aquí se configura el modo de viaje que para el caso de estudio se seleccionó el de “camión” por ser el tipo de vehículo utilizado por la empresa, la velocidad media del vehículo y el tipo de ruta para el cual se optó por “más rápido: tráfico en tiempo real”, ya que nos permitirá obtener la solución de la ruta más rápida optimizando tiempo, distancia y costos.
3. **Vehículos.** - Se determinó 2 vehículos como parámetro de interacción por ser los vehículos disponibles; sin embargo, si en la interacción la cantidad de vehículos es insuficiente será marcado en rojo.
4. **Solución.** - Configuración del punto final de ruta, es decir, si los vehículos regresan al punto de partida al final del recorrido o si deben regresar varias veces durante el día.

El apartado de visualización y el solucionador se recomienda no manipular, sin embargo, se podría seleccionar el tipo de fondo de visualización para el modelado de la ruta propuesta por el solucionador. A continuación, se presenta la solución:

Figura 39. Hoja de ubicaciones en VRP Solver

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Nombre	Habla a	Latitud (y)	Longitud (x)	Inicio de la ventana de tiempo	Fin de la ventana de tiempo	¿Debe ser visitado?	Tiempo de servicio	Importe de recogida	Importe de la entrega	Lucro	
2	deposito	Mani Water	-2,2382070	-80,8595650	08:00	18:00	Lugar de inicio	0.20	0	0	0	
3	Cliente1	Cliente 1	-2,2193330	-80,8504440	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	6	7,5	
4	Cliente2	Cliente 2	-2,2193330	-80,8504440	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	10	12,5	
5	Cliente3	Cliente 3	-2,2193330	-80,8490280	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	7	8,75	
6	Cliente4	Cliente 4	-2,2201390	-80,8485830	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	4	5	
7	Cliente5	Cliente 5	-2,2183330	-80,8494440	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	8	10	
8	Cliente6	Cliente 6	-2,2180560	-80,8509440	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	7	8,75	
9	Cliente7	Cliente 6	-2,2187780	-80,8509170	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	7	8,75	
10	Cliente8	Cliente 8	-2,2308890	-80,8411670	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	8	10	
11	Cliente9	Cliente 9	-2,2770000	-80,6964170	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	7	8,75	
12	Cliente10	Cliente 10	-2,2770000	-80,6951940	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	5	6,25	
13	Cliente11	Cliente 11	-2,2734440	-80,6958060	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	9	11,3	
14	Cliente12	Cliente 12	-2,2734440	-80,6958060	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	6	7,5	
15	Cliente13	Cliente 13	-2,2433610	-80,9240280	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	6	7,5	
16	Cliente14	Cliente 14	-2,2413330	-80,9096940	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	4	5	
17	Cliente15	Cliente 15	-2,2417220	-80,9075280	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	9	11,3	
18	Cliente16	Cliente 16	-2,2410830	-80,9049170	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	6	7,5	
19	Cliente17	Cliente 17	-2,2414440	-80,8968610	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	5	6,25	
20	Cliente18	Cliente 18	-2,2444500	-80,9025300	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	5	6,25	
21	Cliente19	Cliente 19	-2,2474700	-80,9056000	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	6	7,5	
22	Cliente20	Cliente 20	-2,2488000	-80,9066300	08:30	19:00	Debe ser visitado	0.10	0	4	5	
23	Cliente21	Cliente 21	-2,2454500	-80,9077400	08:00	19:00	Debe ser visitado	0.10	10	12,5		

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

En la figura 39 se encuentra la hoja de ubicaciones, en este apartado es importante tener el listado de los clientes con su ubicación exacta con los códigos de latitud y longitud que se puede obtener mediante el mapa de Bing o Google Maps. También se deben configurar las ventanas de tiempo que son las horas donde el cliente puede atender el pedido, el tiempo de servicio que se determinó como un máximo de 10 minutos y, por último, la demanda de los clientes con el beneficio de este.

Figura 40. Cálculo de distancias

	A	B	C	D	L	M	N	O	P	Q
1	Método:	Distancias de conducción de Bing Maps (km) / Duraciones de conducción de Bing Maps / Camión								
2	Desde	A	Distancia	Duración						
3	deposito	deposito	0,00	0:00						
4	deposito	Cliente1	1,94	0:07						
5	deposito	Cliente2	1,94	0:07						
6	deposito	Cliente3	2,44	0:08						
7	deposito	Cliente4	2,48	0:08						
8	deposito	Cliente5	2,46	0:07						
9	deposito	Cliente6	2,01	0:07						
10	deposito	Cliente7	1,96	0:07						
11	deposito	Cliente8	2,00	0:05						
12	deposito	Cliente9	15,57	0:28						
13	deposito	Cliente10	15,49	0:27						
14	deposito	Cliente11	15,22	0:27						
15	deposito	Cliente12	15,22	0:27						
16	deposito	Cliente13	5,99	0:17						
17	deposito	Cliente14	4,98	0:14						
18	deposito	Cliente15	4,76	0:13						
19	deposito	Cliente16	4,55	0:13						
20	deposito	Cliente17	4,16	0:12						
21	deposito	Cliente18	4,64	0:14						
22	deposito	Cliente19	5,01	0:14						
23	deposito	Cliente20	5,33	0:15						

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

La herramienta mediante las ubicaciones proporcionadas anteriormente procede a calcular el tiempo de conducción y las distancias existentes desde el almacén a los clientes y desde los clientes a otros clientes como se muestra en la figura 40. Si existe una ubicación que no esté completa el cálculo de la matriz de distancias tendrá problemas al realizar el cálculo. VRP Spreadsheet Solver utiliza para el cálculo de distancias una

licencia que es gratuita de Bing Maps, en caso de no tenerla puede elegir que se calculen mediante distancias euclidianas o rectilíneas.

Figura 41. Configuración de vehículos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M
	Depósito inicial	Tipo de vehículo	Capacidad	Costo fijo por viaje	Costo por unidad de distancia	Multiplicador de duración	Límite de distancia	Hora de inicio del trabajo	Límite de tiempo de conducción	Límite de tiempo de trabajo	Depósito de devolución	Numero de vehículos
deposito	T1	150	18,95	0,04	1,00	560,00	08:20	8:00	18:00	deposito	1	
	T2	180	33,64	0,02	1,00	560,00	08:20	8:00	18:00	deposito	1	

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

Como siguiente hoja de trabajo, se encuentra la configuración de los vehículos donde se llenará la tabla con los datos de la capacidad, el costo fijo por viaje, el costo por unidad de distancia, el límite de tiempos de conducción, tiempo de inicio de ruta, tiempo de finalización de jornada y el punto de devolución de los vehículos. Una vez terminado de configurar los parámetros que consideramos necesarios que pueden afectar a nuestro sistema de rutas de entrega se procede a realizar la hoja de solución y la hoja de visualizados donde se mostrará un diagrama con los puntos y la ruta óptima.

En la figura 42 se muestra la interacción de solución para el vehículo 1, que está conformada por la lista de clientes asignados para la ruta con el orden respectivo, la distancia recorrida, el tiempo de conducción, los intervalos de llegada y salida de cada punto. Además, en la parte superior se pueden observar otros apartados que muestran la cantidad de paradas, el beneficio neto y el beneficio neto total (ambos camiones).

Figura 42. Solución vehículo 1

	A	B	D	E	F	G	H	I	N
1	Beneficio neto total:	288,47							
2									
3	Vehículo:	V1 (T1)	Paradas:	16	Beneficio neto:	110,52			
4	Detener la cuenta	Nombre del lugar	Distancia recorrida	Tiempo de conducción	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo de trabajo	Beneficio recaudado	Carga
5	0	deposito	0,00	0:00		08:20	0:00	0	104
6	1	Cliente24	3,71	0:10	08:30	08:40	0:20	6,25	99
7	2	Cliente25	4,06	0:11	08:41	08:51	0:31	12,5	94
8	3	Cliente26	4,30	0:12	08:52	09:02	0:42	26,25	83
9	4	Cliente27	5,04	0:15	09:05	09:15	0:55	37,5	74
10	5	Cliente13	6,72	0:20	09:20	09:30	1:10	45	68
11	6	Cliente14	7,87	0:24	09:34	09:44	1:24	50	64
12	7	Cliente16	8,24	0:26	09:46	09:56	1:36	57,5	58
13	8	Cliente15	8,49	0:27	09:57	10:07	1:47	68,75	49
14	9	Cliente21	8,74	0:28	10:08	10:18	1:58	81,25	39
15	10	Cliente20	9,05	0:29	10:19	10:29	2:09	86,25	35
16	11	Cliente19	9,22	0:30	10:30	10:40	2:20	93,75	29
17	12	Cliente18	9,64	0:32	10:42	10:52	2:32	100	24
18	13	Cliente17	10,18	0:34	10:54	11:04	2:44	106,25	19
19	14	Cliente22	11,08	0:38	11:08	11:18	2:58	115	12
20	15	Cliente23	11,31	0:39	11:19	11:29	3:09	130	0
21	16	deposito	14,17	0:47	11:37		3:17	130	0

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

Según los resultados obtenidos a partir de las interacciones, se estableció que la ruta del camión 1 empieza a las 8:20 AM desde las instalaciones de la empresa con una carga inicial de 104 unidades, siendo el primer punto de entrega el cliente 24, y el último punto el cliente 23 para luego retornar hacia la empresa. El tiempo de ruta total es de **3 horas con 7 min** y una distancia de **14,17 km**. Según los datos generados por la herramienta se puede evidenciar una mejora significativa en el desempeño de la distribución; esto sugiere una mejora notable en la eficiencia operacional y la disminución de la utilización de recursos como el costo de combustible en la primera ruta de entrega.

Figura 43. Solución vehículo 2

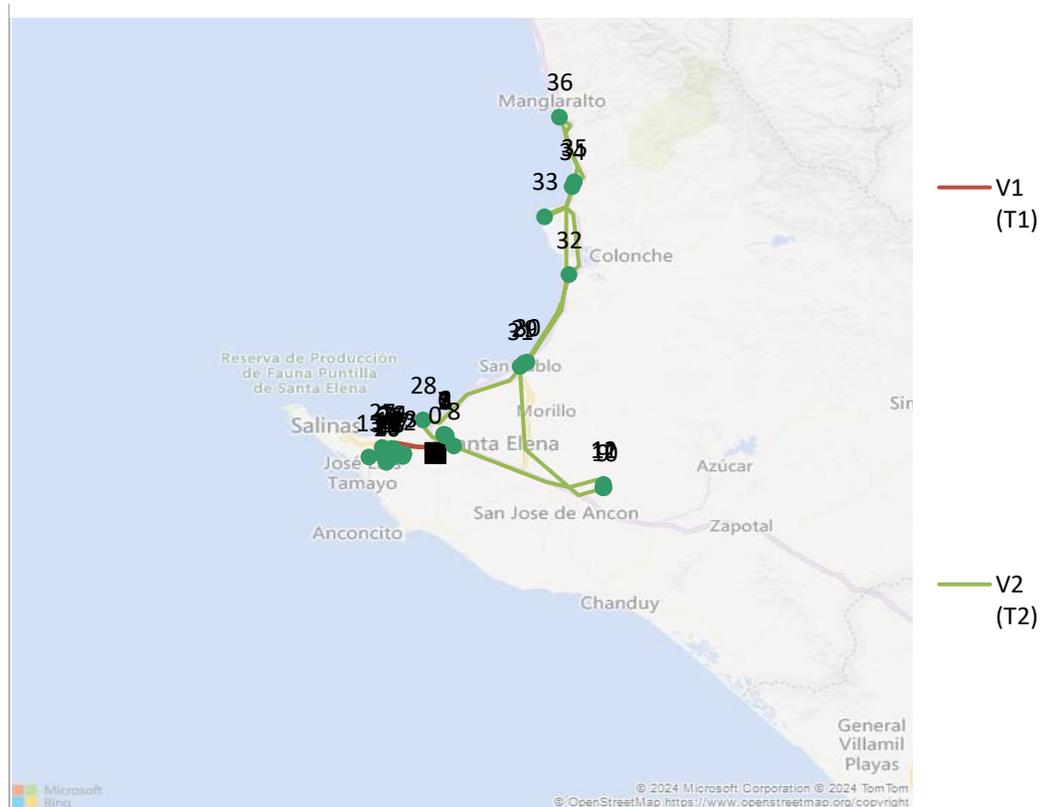
Vehículo:	V2 (T2)	Paradas:	22	Beneficio neto:	177,95			
Detener la cuenta	Nombre del lugar	Distancia recorrida	Tiempo de conducción	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo de trabajo	Beneficio recaudado	Carga
0	deposito	0,00	0:00		08:20	0:00	0	171
1	Cliente8	2,00	0:05	08:25	08:40	0:20	10	163
2	Cliente12	15,22	0:27	09:02	09:12	0:52	17,5	157
3	Cliente11	15,22	0:27	09:12	09:22	1:02	28,75	148
4	Cliente10	15,49	0:28	09:23	09:33	1:13	35	143
5	Cliente9	15,57	0:29	09:34	09:44	1:24	43,75	136
6	Cliente31	30,39	0:54	10:09	10:19	1:59	60	123
7	Cliente32	38,63	1:06	10:31	10:41	2:21	68,75	116
8	Cliente33	46,20	1:17	10:52	11:02	2:42	83,75	104
9	Cliente34	49,56	1:23	11:08	11:18	2:58	101,25	90
10	Cliente36	56,31	1:31	11:26	11:36	3:16	107,5	85
11	Cliente35	62,75	1:39	11:44	11:54	3:34	116,25	78
12	Cliente30	78,21	1:59	12:14	12:24	4:04	125	71
13	Cliente29	78,48	2:00	12:25	12:35	4:15	140	59
14	Cliente28	88,44	2:15	12:50	13:00	4:40	152,5	49
15	Cliente5	91,70	2:23	13:08	13:18	4:58	162,5	41
16	Cliente4	91,86	2:24	13:19	13:29	5:09	167,5	37
17	Cliente3	91,89	2:24	13:29	13:39	5:19	176,25	30
18	Cliente2	92,62	2:26	13:41	13:51	5:31	188,75	20
19	Cliente1	92,62	2:26	13:51	14:01	5:41	196,25	14
20	Cliente7	92,70	2:26	14:01	14:11	5:51	205	7
21	Cliente6	92,75	2:26	14:11	14:21	6:01	213,75	0
22	deposito	94,74	2:33	14:28		6:08	213,75	0
23								
24								
25								
26								

Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

Así mismo, según los resultados obtenidos a partir de las interacciones, se estableció que la ruta del camión 2 empieza a las 8:20 AM desde las instalaciones de la empresa con una carga inicial de 171 unidades, siendo el primer punto de entrega el cliente 8, y el último punto el cliente 6 para luego retornar hacia la empresa. El tiempo de ruta total es de **5 horas con 58 min** y una distancia de **94,74 km**. Según los resultados podemos ver una mejora en la distancia recorrida y un aumento del tiempo de ruta, sin embargo, vemos que el camión 2 estará encargado de realizar entregas a 21 clientes cuando

actualmente realiza entrega a 15 clientes. Esto quiere decir que a pesar de que hubo un aumento leve en el tiempo total del proceso se mejoró el desempeño.

Figura 44. Simulación del sistema propuesto



Nota: Elaborado por los autores en VRP Spreadsheet Solver.

En la hoja de simulación de la herramienta se visualiza con una línea roja el trayecto que realiza el vehículo 1 y con una línea color verde la ruta del vehículo 2, además de que se muestra eficiente el resultado de la red de distribución obtenida en las hojas de solución.

Tabla 41. Indicadores propuesta

	Ruta 1	Ruta 2
Km	14,17	94,74
Tiempo x cliente	12,46 min/cliente	17,05 min/cliente
Costo	\$ 19,48	\$ 33,64

Nota: Elaborado por los autores

3.5.4 Propuesta de sistema de MRP

La empresa MAN WATER debido a la carencia de un sistema fijado a la planificación de requerimientos de materiales (MRP), ha enfrentado numerosos desafíos significativos en su gestión de inventarios, lo que ha ocasionado distintos desajustes en los niveles de inventario, de modo que se presenta un exceso de materiales en algunas áreas mientras que en otras áreas resultan faltantes.

Para solucionar estos problemas, se ha planteado una propuesta para implementar un sistema MRP basado en Excel diseñado para optimizar la planificación de los materiales críticos para la producción. Este sistema permitirá a MAN WATER anticipar sus necesidades de inventario con mayor exactitud, asegurando que los materiales estén disponibles en el momento adecuado. Como base para el MRP, se realizó un cálculo del pronóstico de demanda mediante el método de suavizamiento exponencial, obteniendo un valor de Alpha (α) de **0,33636**. Este valor define la relevancia asignada a los datos más recientes para generar el pronóstico. A continuación, se presenta el cálculo del pronóstico de demanda que servirá como base para los requerimientos de materiales en las próximas 12 semanas:

Tabla 42. Cálculo de pronóstico

	Periodo	Demanda	Pronóstico
	1	3414	3414
	2	4277	3414
	3	3924	3704
Alpha	4	3836	3778
α	5	4092	3798
	6	3710	3897
	7	3491	3834
	8	3478	3719
	9	3846	3638
	10	4057	3708
	11	3481	3825
	12	3621	3709

Nota: Elaborado por los autores

Componentes Analizados:

Para la aplicación del sistema MRP es importante conocer los componentes que se utilizan para la fabricación del producto padre en conjunto con el tamaño del lote al realizar un pedido y el nivel de inventario actual que se tiene en bodega, entonces a continuación se muestra una tabla con los detalles mencionados.

Tabla 43. Componentes del MRP

Componente	Tiempo de entrega	Inventario disponible	Tamaño del lote	Recepción programada	Stock de seguridad
Bidón de 20 lt	1	800	L x L	N/A	N/A
Envase	1	800	L x L	N/A	N/A
Tapa plástica	1	6660	5000	N/A	465
Sello de seguridad	1	1900	12000	N/A	465
Etiqueta	1	14950	7500	N/A	465

Nota: Elaborado por los autores

- **Tapa plástica:** El tamaño del lote para las tapas plásticas es de 5.000 unidades el cual fue determinado para reducir el número de órdenes de compra y optimizar la producción. Esta cantidad abastece apropiadamente la demanda de producción sin generar excesos de stock ni faltantes críticos. Además, el costo de las tapas plásticas es reducido, lo que permite la compra de estas en grandes cantidades sin perjudicar el capital de trabajo.
- **Sello de seguridad:** Los sellos de seguridad se adquieren en lotes de 12.000 unidades debido a su bajo costo unitario y su constante utilización en la planta embotelladora. Comprar en grandes cantidades no solo optimiza los costos de transporte, sino que también minimiza la frecuencia de las órdenes de compra. Dado que estos sellos son esenciales para garantizar la integridad del producto, se asegura su disponibilidad continua en el inventario.
- **Etiqueta:** Las etiquetas se compran en lotes de 7.500 unidades, de acuerdo con el ritmo de producción y las necesidades de etiquetado. Esta cantidad permite cubrir múltiples ciclos de producción sin necesidad de generar pedidos frecuentes. Además, al ser productos pequeños y de bajo costo, su riesgo de obsolescencia o deterioro es mínimo.

Estos componentes han sido seleccionados por su importancia dentro del proceso de producción y distribución, pero se excluyen el bidón de 20 litros y el envase, ya que estos se manejan en un ciclo de intercambio. La implementación de este sistema de planificación de requerimiento de materiales mediante Excel permite que la empresa MAN WATER, programe sus inventarios de una manera más eficiente, puesto que, al ajustar la demanda real con los requerimientos de materiales, se reducen los excesos de stock y los faltantes críticos, lo que a su vez también reduce costos, logrando una mejora significativa en la gestión logística. Además, el uso de Excel elimina la necesidad de un software especializado, facilitando su implementación y uso por parte del personal encargado.

- **Tapas plásticas**

Tabla 44. Plan de requerimiento de tapas plásticas

Tapa plástica														
Semanas	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Req.Bruto			3414	3414	3704	3778	3798	3897	3834	3719	3638	3708	3825	3709
Inv. Inicial		6660	6660	3246	4832	1128	2350	3552	4655	821	2102	3464	4756	931
Rec. Programado														
Inv. Seguridad			465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465
Req. Neto			0	633	0	3115	1913	810	0	3363	2001	709	0	3243
Liberación orden			5000		5000	5000	5000		5000	5000	5000		5000	
Inv.Final		6660	3246	4832	1128	2350	3552	4655	821	2102	3464	4756	931	2222

Nota: Elaborado por los autores

El proceso de requerimiento de materiales de tapas plásticas mediante un requerimiento bruto en las semanas 57 y 58 abastece sin necesidad de pedir durante semanas donde se tomó en cuenta un inventario inicial de 6.660 unidades, a su vez baja la necesidad de demanda en la semana 59 a (465 unidades), emitiendo la necesidad de reposición de materiales.

A continuación, se presenta un MRP donde indica las órdenes de pedido de 5.000 unidades inmersas en las semanas (59, 60 y 61), asegurando que el nivel de reposición de pedidos no tienda a bajar al mínimo, manteniendo la producción operativa de los ingresos, garantizando un flujo constante de materiales, logrando reducir el aprovisionamiento de insumos de existencias donde se logra optimizar la gestión de inventarios del MRP,

abarcando a órdenes de compras basados en la demanda real del producto asegurando la disponibilidad de insumos sin generar excedentes del mismo.

- **Sello de seguridad**

Tabla 45. Requerimiento de sello de seguridad

Sello seguridad														
Semanas	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Req.Bruto			3414	3414	3704	3778	3798	3897	3834	3719	3638	3708	3825	3709
Inv. Inicial		1900	1900	10486	7072	3368	11590	7792	3895	12061	8342	4704	996	9171
Rec. Programado														
Inv. Seguridad			465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465
Req. Neto			1979	0	0	875	0	0	404	0	0	0	3294	0
Liberación orden		11000			11000			11000			11000	0		
Inv. Final		1900	9486	6072	2368	9590	5792	1895	9061	5342	1704	8996	5171	1462

Nota: Elaborado por los autores

La tabla 45 muestra la actividad de colocación del sello de seguridad, donde los requerimientos brutos empiezan en la semana 57 con 3.414 unidades, seguida de la semana 56 expresando el inventario inicial de 1.900 unidades, por lo que ejecuta una orden de liberación en 11.000 unidades asegurando un inventario eficiente cubriendo los requerimientos a futuros. También se indica que en la semana 57 se nota una inflación de 9.486 unidades, logrando satisfacer la demanda durante todas las semanas.

Durante la semana 59, el inventario se minimizó a 2.368 unidades tomando la decisión de generar la liberación de una nueva orden de 11.000 unidades lo cual aumentó el inventario inicial en la semana 60 a un índice de 4.418 unidades. Durante el paso de las semanas el inventario se redujo con la orden de pedidos abarcando en la semana 62, elevando el inventario a 5.792 unidades; respectivamente, se repite este ciclo para la semana 65, garantizando el flujo continuo de inventario.

Este patrón de liberación de órdenes asegura que los niveles de inventario se mantengan por encima del nivel de seguridad de 465 unidades, evitando faltantes y asegurando el abastecimiento de sellos de seguridad en las cantidades necesarias para la producción, sin llegar a tener sobre stock excesivo.

- **Etiquetas**

Tabla 46. Requerimiento de etiquetas

Etiqueta														
Semanas	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Req.Bruto			3414	3414	3704	3778	3798	3897	3834	3719	3638	3708	3825	3709
Inv. Inicial		14950	14950	11536	8122	4418	640	4342	7945	4111	7892	4254	546	4221
Rec. Programado														
Inv. Seguridad			465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465
Req. Neto			0	0	0	0	3623	20	0	73	0	0	3744	0
Liberación orden						7500	7500		7500			7500		
Inv. Final		14950	11536	8122	4418	640	4342	7945	4111	7892	4254	546	4221	512

Nota: Elaborado por los autores

En cuanto a las etiquetas, los requerimientos brutos también comienzan en la semana 57. Con un inventario inicial de 14.950 unidades, no es necesario generar órdenes durante las primeras semanas. Así mismo, tiene una disminución de inventario significativamente a partir de la semana 59, haciendo énfasis en disponibilidad moderada de 8.122 unidades inmersa en una semana bruta de 3.704 unidades respectivamente.

Por consiguiente, para la semana 60 se tomó en consideración una liberación de orden de 7.500 unidades, lo que aumenta el inventario inicial a (640 unidades), teniendo un nivel ineficiente para cumplir con la demanda para la siguiente semana. La necesidad de realizar ajustes dinámicos en las operaciones de abastecimiento evitando niveles críticos de inventario.

Con relación a pedidos disponibles de requerimientos se logra emitir nuevas órdenes de materiales para la semana 62, aumenta este a 7.945 unidades, teniendo un faltante de 20 unidades respectivamente. Esto dispone un ajuste de liberación de pedidos en alcance de horas pico de demanda de insumos teniendo un déficit de materiales a punto crítico de reposición.

- **Resumen de liberación de orden**

El resumen de liberaciones del MRP permite visualizar de manera estructurada las cantidades solicitadas para cada material clave, garantizando que la empresa mantenga un

flujo operativo óptimo. A continuación, se presenta una tabla que detalla los materiales incluidos en este resumen:

Tabla 47. Resumen de liberación de orden

RESUMEN DE LIBERACIÓN DE ORDEN – MRP														
Semana	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Tapa plástica	0	0	5000	0	5000	5000	5000	0	5000	5000	5000	0	5000	0
Sello de seguridad	0	11000	0	0	11000	0	0	11000	0	0	11000	0	0	0
Etiqueta	0	0	0	0	0	7500	7500	0	7500	0	0	7500	0	0

Nota: Elaborado por los autores

- **Tapa plástica:** Las órdenes de liberación para este material comienzan en la semana 57 con una cantidad estándar de 5.000 unidades. Esta secuencia sigue desde la semana 59 hasta la semana 61.
- **Sello de seguridad:** La primera liberación de 11,000 unidades en la semana 56 permite reabastecer el inventario tras semanas sin órdenes, asegurando un flujo adecuado para las demandas iniciales. Este patrón se repite en la semana 59, alineándose con el incremento de requerimientos. Este enfoque parece efectivo, aunque es esencial monitorear la disponibilidad de stock para evitar posibles desabastecimientos.
- **Etiqueta:** Como se detalla en la tabla 47, se requiere una reposición de insumos en las semanas 60, 61, 63 y 66 de 7.500 unidades respectivamente para cubrir la demanda de insumos pertinente para una liberación de orden eficiente contando que no existan anomalías durante su ejecución.

Con respecto a la tabla 48, que hace referencia a la rotación de inventario propuesto de materiales en producción de bidones de agua de 20 litros, teniendo un aprovisionamiento de tapas plásticas de 4.2863 unidades, sellos de seguridad en 2.4909 unidades donde se cumple con la demanda de pedidos sin tener que realizar una reposición de materiales.

Tabla 48. Rotación de inventario propuesta

Materiales	Inventario inicial	Inventario final	Promedio de inventario	Materia usado	Rotación de materiales
Tapas plásticas antiderrame	6660	2350	4505	19310	4,2863
Sellos de seguridad	1900	9590	5745	14310	2,4909
Etiquetas	14950	640	7795	14310	1,8358

Nota: Elaborado por los autores

3.6 Estado de resultado

Con el objetivo de evaluar el porcentaje de mejora, se procede a realizar una comparación entre los indicadores del estado actual y el propuesto. Esto nos brindará una perspectiva más clara del beneficio y del impacto de las posibles mejoras a la eficiencia operativa de la red logística de la empresa Man Water.

3.6.1 Control de inventario

El modelo de control de inventario de materias primas y de producto incrementa significativamente el porcentaje de la exactitud del inventario de la empresa Man Water. En primer lugar, se maneja de manera detallada las entradas y salidas de materia prima dependiendo de la producción programada sumándose los registros de materiales dañados durante las operaciones aumentando la exactitud de las existencias utilizadas. La funcionalidad de alertas de stock facilita el proceso de adquisición de materia prima, realizando un aviso cuando ya debería realizar un pedido teniendo en cuenta el periodo de tardanza del proveedor en cumplir con el requerimiento. En conclusión, estas características no solo contribuyen al manejo preciso y eficiente del inventario, sino que aporta en la adaptación de la empresa a fluctuaciones de la demanda.

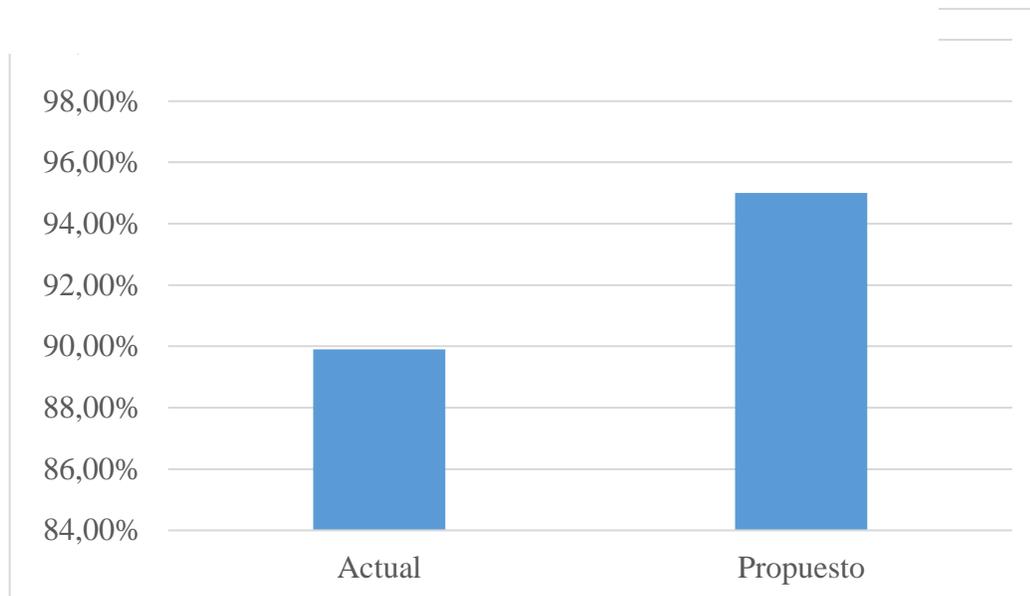
Tabla 49. Eficiencia del control de inventario

Indicador	Actual	Propuesto
Exactitud del inventario	89,9%	95,0%
MEJORA DE LA EFICIENCIA		
5,3%		

Nota: Elaborado por los autores

En la figura 45 se muestra un diagrama de barras con los datos de precisión del sistema actual y el sistema propuesto. Esta representación nos muestra el impacto de la optimización planteada, al observar la variación de los niveles de exactitud se puede evidenciar el efecto positivo al sistema.

Figura 45. Mejora de la exactitud del inventario



Nota: Elaborado por los autores

La implementación de un nuevo modelo de control de inventario en la empresa Ma Water ha demostrado ser altamente beneficiosa, evidenciada por un aumento del 5,3% en la exactitud del inventario, que pasa del 89,9% al 95,0%. Este avance se debe a un registro más detallado de las entradas y salidas de materias primas, así como a la inclusión de materiales dañados, lo que mejora la gestión de existencias.

3.6.2 Pronóstico

A continuación, se presenta el porcentaje de mejora en relación con la propuesta de manejar un pronóstico de demanda para que la producción de la empresa esté alineada a los requerimientos del mercado evitando así excedentes de inventario de producto terminado.

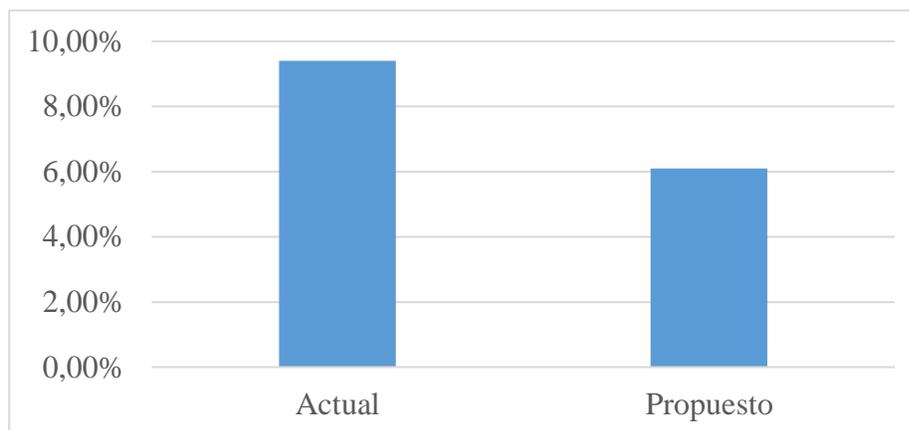
Tabla 50. Eficiencia del pronóstico de demanda

Indicador	Actual	Propuesto
Tasa de sobreproducción	9,4%	6,1%
MEJORA DE LA EFICIENCIA		
35,2%		

Nota: Elaborado por los autores

Con los resultados obtenidos se presenta un diagrama de barras con el objetivo de visualizar la reducción de la tasa de sobreproducción utilizando un pronóstico de demanda que ayude a predecir el comportamiento del mercado y poder tomar decisiones que anticipen cambios que puedan afectar a la empresa.

Figura 46. Reducción de la tasa de sobreproducción



Nota: Elaborado por los autores

En el entorno actual se tenía una tasa del 9.4%; en comparación con la implementación de predicciones se tiene un resultado de una reducción del indicador a 6,1%, mejorando la eficiencia operacional de la empresa en esta área en un 35,2%, demostrando la oportuna y eficaz intervención del problema encontrado.

3.6.3 Enrutamiento

Con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación de un software de optimización de rutas de distribución, se elaboró la siguiente tabla donde se hace el contraste de los indicadores planteados en la presente investigación como lo son el km total de las rutas, el costo de transporte y el tiempo de entrega por cliente.

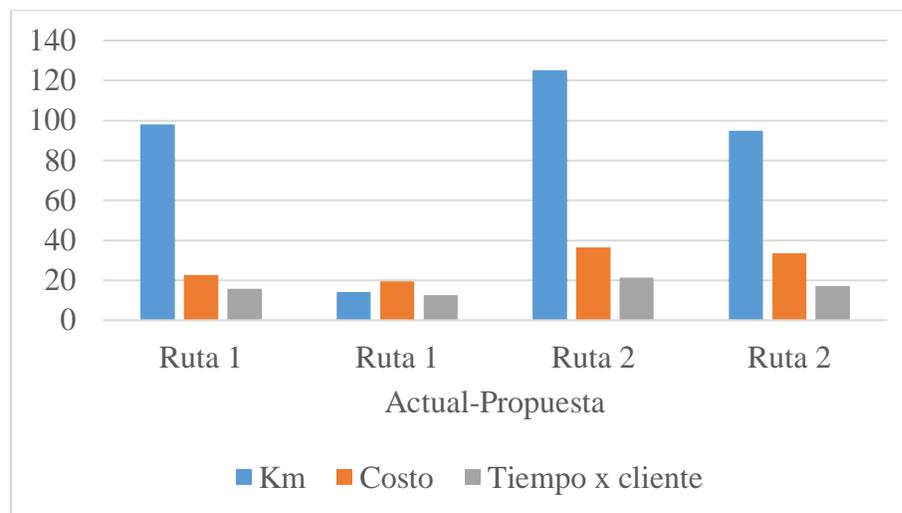
Tabla 51. Comparación de indicadores de enrutamiento

ACTUAL			PROPUESTA		
Indicadores	Ruta 1	Ruta 2	Indicadores	Ruta 1	Ruta 2
Km	98	125	Km	14,17	94,74
Costo	\$ 22,63	\$ 36,49	Costo	\$19,48	\$33,64
Tiempo x cliente	15,71 min x cli	21,26 min x cli	Tiempo x cliente	12,46 min x cli	17,05 min x cli

Nota: Elaborado por los autores

Como se observa en la tabla 51 presentada, se evidencia una mejora notable en los indicadores analizados para el modelo de enrutamiento. En la ruta 1 se pasó de 98 km a 14,17 km, de un costo de \$22,63 a \$19,48 y un tiempo de entrega por cliente de 15,71 min a 12,46 min. Así mismo, en la ruta 2 se redujo de 125 km a 94,74 km, de un costo de \$36,49 a \$33,64 y, por último, de un tiempo de entrega por cliente de 21,26 min a 17,05 min. Para un mejor análisis comparativo, se presenta a continuación una gráfica de barras donde se puede visualizar el contraste de los resultados obtenidos.

Figura 47. Comparación de indicadores de enrutamiento



Nota: Elaborado por los autores

Mediante la gráfica de barras se presenta una tendencia de mejora en cada uno de los indicadores analizados, esto demuestra el impacto positivo de la propuesta planteada. Para determinar este impacto de forma cuantitativa se procede a calcular el porcentaje de mejora de la eficiencia para la distribución de la empresa.

Tabla 52. Eficiencia de la propuesta de enrutamiento

Indicadores	Ruta 1	Ruta 2
Km	86%	24%
Tiempo x cliente	21%	20%
Costo	14%	8%

Nota: Elaborado por los autores

Los resultados obtenidos en este análisis reflejan una mejora significativa en la optimización de las rutas; la reducción del 86% en la distancia recorrida en la Ruta 1 demuestra un avance importante, ya que no solo se acorta el tiempo de transporte, sino que también disminuye el desgaste del vehículo y el consumo de combustible; esto tiene un impacto directo en los costos operativos, lo que se traduce en beneficios económicos importantes.

En cuanto a costos, se logró una reducción del 14% en la Ruta 1 y del 8% en la Ruta 2; esto es un claro indicativo de que la propuesta de enrutamiento no solo mejora la eficiencia logística, sino también la financiera, permitiendo que los recursos ahorrados puedan destinarse a fortalecer otras áreas clave de la operación.

Además, la disminución del tiempo de entrega por cliente, con un 21% menos en la Ruta 1 y un 20% en la Ruta 2, es otro punto destacable; esto no solo mejora la experiencia de los clientes al recibir sus pedidos más rápido, sino que también permite manejar un mayor volumen de entregas en menos tiempo.

En general, esta propuesta de enrutamiento no solo hace más eficiente el uso de recursos, sino que también mejora la calidad del servicio y fortalece el rendimiento financiero de la operación.

3.6.4 Abastecimiento

En la tabla 53 se presenta la comparación de los resultados obtenidos del indicador de rotación del sistema actual y el sistema de abastecimiento propuesto mediante MRP

alineado a un pronóstico de demanda adecuado, esto con el objetivo de analizar el efecto de la mejora.

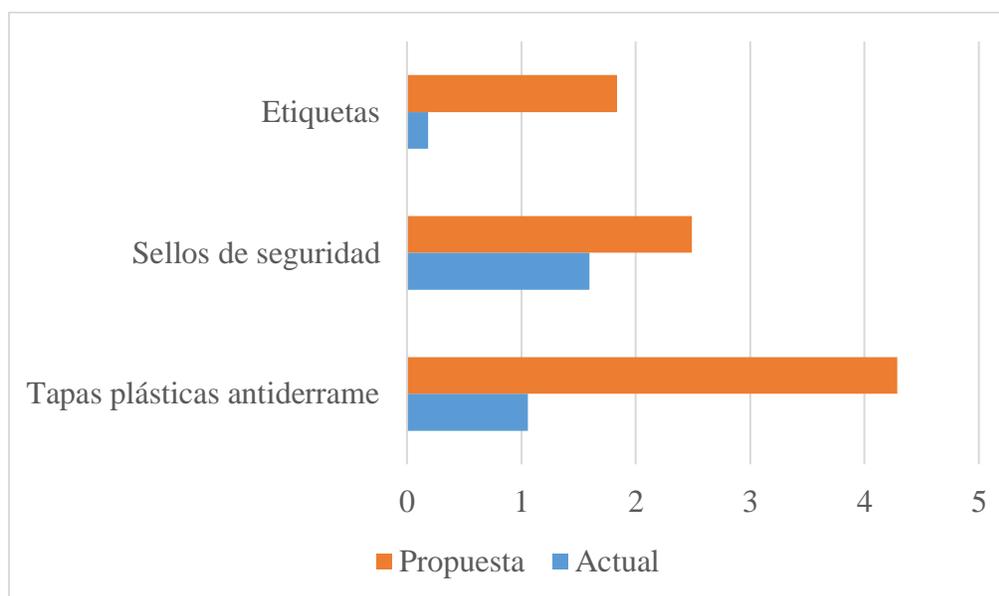
Tabla 53. Comparación de indicadores de rotación de inventario

	Actual	Propuesta
Tapas plásticas antiderrame	1,059	4,286
Sellos de seguridad	1,595	2,490
Etiquetas	0,185	1,835

Nota: Elaborado por los autores

Según los datos mostrados, existe una mejora en la rotación de los materiales críticos. Las tapas plásticas antiderrame pasen de una rotación de 1,06 veces por periodo a un valor de 4,29 veces por periodo; así mismo, los sellos de seguridad pasan de un valor de 1,56 veces por periodo a 2,49 veces por periodo, y por último las etiquetas de un valor de 0,19 veces por periodo aumentan a una rotación de 1,84. A continuación, mediante un diagrama de barras se visualizan estos resultados.

Figura 48. Comparación de indicadores de rotación



Nota: Elaborado por los autores

De acuerdo con la gráfica mostrada, se observa un aumento considerable en la rotación de cada uno de los materiales mediante la propuesta planteada. Para cuantificar

lo mencionado, se calcula a continuación la mejora de la eficiencia y poder analizar de manera precisa el impacto en el sistema.

Tabla 54. *Mejora de la eficiencia de la rotación*

Mejora de eficiencia	
Tapas plásticas antiderrame	75%
Sellos de seguridad	36%
Etiquetas	90%

Nota: Elaborado por los autores

En la tabla 54 se observa que se obtuvo como resultado la mejora del 75% en la rotación de las tapas plásticas antiderrame, mientras que en los sellos de seguridad se mejoró en un 36% y, finalmente, una mejora del 90% en las etiquetas.

3.7 Presupuesto

En la Tabla 55 se detallan los costos estimados para los principales componentes de la propuesta de mejora. Se ha tomado en cuenta la inversión en la formación del personal y en tecnología, así como la implementación del modelo de planificación de rutas (VRP) y la compra de materiales de oficina. Además, se incluyen los costos de internet para mantener la conectividad y la actualización del sistema, junto con los gastos de transporte, que fueron optimizados mediante la nueva estrategia de distribución.

Tabla 55. *Presupuesto del proyecto*

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total
Recurso humano	Capacitación	3	\$350,00	\$1.050,00
	Computadora	1	\$1.200,00	\$1.200,00
Recurso tecnológico	Licencia de Excel	1	\$100,00	\$100,00
	Internet	12	\$26,00	\$312,00
	Costo del modelo VRP	1	\$250,00	\$250,00
Oficina	Materiales de oficina		\$25,00	\$25,00
	Impresora	1	\$600,00	\$600,00
Otros	Transporte	3	\$10,00	\$30,00

Subtotal	\$3.567,00
10% de imprevistos	\$356,70
15% de reajuste	\$535,05
TOTAL	\$4.458,75

Nota: Elaborado por los autores

Para implementar la propuesta de mejora, se ha realizado una inversión total de \$4.458,75 USD, la cual se destinó a recursos tecnológicos, capacitación y otros elementos clave para optimizar los procesos logísticos de la empresa, como la planificación de rutas y la gestión de inventarios.

Durante un periodo de cinco años, se estima que el proyecto generará flujos de efectivo anuales de \$1.337,63 USD, con una tasa de descuento del 10%. Para evaluar la viabilidad de la inversión, se utilizaron herramientas financieras como el Valor Neto Actual (VNA), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PR).

Tabla 56. Cálculo de flujo de fondo

CÁLCULOS DEL FLUJO DE FONDO						
	0	1	2	3	4	5
Flujo fondo	-\$4.458,75	\$1.337,63	\$1.337,63	\$1.337,63	\$1.337,63	\$1.337,63
Saldo actual de 10%	-\$4.458,75	\$1.216,02	\$1.105,48	\$1.004,98	\$913,62	\$830,56
Saldo actualizado acumulado	-\$4.458,75	-\$3.242,73	-\$2.137,25	-\$1.132,27	-\$218,66	\$611,90

Nota: Elaborado por los autores

Donde:

- $Tasa(\%) = Valor\ por\ definición$
- $Tasa(\%) = 10\%$
- $VNA(\$) = VNA(Interés; flujo\ de\ caja) + desembolso\ inicial$
- $VNA(\$) = \$5.070,65$
- $VAN(\$) = Beneficio\ Neto\ Actualizado\ (VNA) + inversión\ inicial$
- $VAN(\$) = \$611,90$
- $TIR(\%) = Se\ resta\ inicial\ del\ valor\ actual\ de\ operación\ menos\ ventas\ o\ retorno\ de\ inversión\ y\ se\ multiplica\ por\ 100.$
- $TIR(\%) = 15,24\%$

- $PR(t) = \text{Inversión inicial} / \text{flujo de efectivo por periodo}$
- $PR(t) = 4 \text{ años, } 3 \text{ meses y } 5 \text{ días}$

El análisis financiero muestra que la propuesta de mejora es viable con un periodo de recuperación a mediano plazo de 4 años con 3 meses y 5 días, lo que demuestra que la aplicación de las propuestas planteadas puede ser considerada en una inversión para mejorar la red logística de la empresa Man Water.

3.8 Marco de discusión

Una adecuada red logística de una organización es crucial para el aprovechamiento adecuado de los recursos disponibles, disminuyendo factores que afecten al funcionamiento operativo. Bajo este contexto, mediante un análisis investigativo de herramientas logísticas se planteó la siguiente pregunta: ¿El diseño de una red logística puede mejorar la eficiencia operacional en la empresa Man Water? Con lo anterior, se realizó una búsqueda minuciosa de antecedentes investigativos (Capítulo I, Sección 1.1.) que respalden la viabilidad de utilizar herramientas y distintos modelos de optimización logística en diferentes industrias a nivel global.

En este aspecto, con el propósito de realizar una investigación integral y exhaustiva sobre antecedentes investigativos relacionados al diseño de redes logísticas, se implementó una revisión de alcance (Capítulo I, Sección 1.2.1.) ayudándose de las herramientas Bibliometrix, donde se obtuvo que una gran variedad de industrias de diferentes sectores aplican metodologías como la gestión logística y modelos de enrutamiento que plantearon problemas similares abordados en la presente investigación. En la mayoría de los casos se centran en modelos integrales en el aspecto interno de las empresas y otra parte en modelos externos logísticos. Ambas perspectivas se centran en la mejora de la eficiencia de los sistemas reduciendo desperdicios, costos y tiempos de entrega. Además, se determinó el tipo de enfoque y las técnicas e instrumentos de recolección de datos de acuerdo con el conjunto de artículos escogidos como relevantes, esto fue planteado en un protocolo de investigación.

El procedimiento metodológico (Capítulo 2, Sección 2.3) se basó en las etapas adaptadas de Maceda-Rodríguez et al. (2023) y Alfaro-Rosas et al. (2022), las cuales abordan modelos de optimización basados en la gestión y enrutamiento en las redes

logísticas. Cabe destacar que se utilizó un enfoque cuantitativo con el objetivo de obtener datos objetivos para la toma de decisiones, además de un diseño no experimental de tipo transversal descriptivo para poder obtener información de un periodo de tiempo en específico y correlacional para poder identificar posibles relaciones entre las variables de estudio.

Para la etapa de recolección de datos (Capítulo 2, Sección 2.5.) se estableció la utilización de un cuestionario en formato de encuesta cuya validación se realizó mediante el método Delphi y fichas de observación para la recolección de datos. Donde los resultados del cuestionario fueron tabulados y analizados mediante el software Minitab 19 (prueba gratuita) para medir la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach y la correlación de las variables mediante el coeficiente de Pearson.

Bajo este contexto, se realizó el levantamiento de información de la logística de abastecimiento y distribución donde se pudo corroborar problemas que afectaban a la eficiencia operacional como una baja rotación de materiales, una inexactitud en registros de inventario, una producción elevada sobre la demanda, costos y tiempos elevados en las entregas del producto. Para esto, se planteó propuestas de mejora para cada una de las problemáticas identificadas: a) para la tasa de sobreproducción se utilizó un pronóstico de demanda mediante el método de suavizamiento exponencial: b) en la baja rotación de inventario se realizó un sistema MRP basándose también en los pronósticos calculados: c) para mejorar la exactitud del inventario se creó mediante el software de Excel un control de existencias según las necesidades de la empresa y d) un sistema de enrutamiento utilizando la herramienta VRP Spreadsheet Solver como propuesta para reducir los costos y tiempos de las existencias de las rutas actuales utilizadas en el reparto de producto.

Se obtuvo como resultado en el control de inventario un aumento de 5,3% de mejora en la exactitud del inventario documentado con el real existente, teniendo un mejor manejo de las existencias de materiales. Por otro lado, la realización de cálculos de un pronóstico de demanda mediante el método de suavizamiento exponencial redujo la tasa de sobreproducción en un 35,2% mostrando la mejora en la alineación de la producción con base en la demanda. De igual manera, para el modelo de enrutamiento la optimización de rutas redujo los kilómetros recorridos en un 55%, el tiempo por cliente en un 20,5% y los costos en un 11%. Por último, para el abastecimiento de materiales utilizando un

modelo MRP incrementó la eficiencia al 67% en la rotación de inventario. Estos resultados obtenidos a lo largo del estudio demuestran que el modelo propuesto impacta significativamente en la mejora de la eficiencia operacional en la red logística de abastecimiento y distribución de la empresa Man Water; esto permite una mejor utilización de los recursos disponibles en conjunto con una adaptabilidad al mercado, aumentando su rentabilidad y competitividad.

CONCLUSIONES

A continuación, en cumplimiento del objetivo general planteado al inicio de la investigación siendo “Diseñar una red logística para la eficiencia operacional de la empresa Man Water, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador”, se detallan las conclusiones en función de los objetivos específicos que sirvieron como guía del trabajo:

1. Como base del estudio de investigación sobre las redes logísticas y la eficiencia operacional, se desarrolló un estado del arte a través de una revisión de alcance de literatura utilizando las bases de datos Scopus, Dimensions, Science direct, SciELO y Lens, complementando con la utilización de la herramienta Bibliometrix. Se llevó a cabo una búsqueda profunda de los artículos que se relacionen con las variables de investigación utilizando criterios de inclusión y exclusión concretos. Con este proceso se seleccionaron un total de 30 artículos por ser relevantes con el problema de investigación, los mismos que fueron cruciales para determinar un protocolo investigativo que contenía el tipo de enfoque, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las metodologías óptimas para la investigación.
2. A partir de lo realizado en el estado del arte, se estableció un procedimiento metodológico en base a dos artículos donde se incluyen etapas de gestión logística y enrutamiento, obteniendo un modelo integral. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo de tipo no experimental, teniendo un diseño trasversal (descriptivo-correlacional). Se utilizó una encuesta en la recolección de datos para determinar la correlación de las variables y la observación directa en los eslabones logísticos estudiados que afectan a la eficiencia operacional.
3. Los resultados de las encuestas fueron ingresados en Minitab 19 (prueba gratuita) para determinar la fiabilidad del instrumento mediante el alfa de Cronbach y para la correlación de las variables con el coeficiente de Pearson donde se obtuvo una correlación muy fuerte y positiva. La etapa del diagnóstico situacional del sistema logístico nos permitió identificar 4 problemáticas de mayor impacto que afectan directamente a la eficiencia operacional de la empresa. Se estableció como propuesta de un escenario viable la utilización de un sistema de control de inventario, un pronóstico de demanda, un sistema de abastecimiento MRP y la

utilización de la herramienta VRP Spreadsheet Solver obteniendo una red logística robusta capaz de responder efectivamente a los cambios del mercado, por ende, aumentando la eficiencia de los eslabones. La propuesta planteada tiene un costo de inversión de \$4.458,75; con este valor se determinó un periodo de recuperación (PR) de 4 años, 3 meses y 5 días. Además, el valor actual neto es de \$5.070,65 donde se consideró una tasa de descuento del 10%. Y finalmente, la tasa interna de retorno resultó del 25,24% mostrando una viabilidad económica del trabajo de investigación.

Para concluir, el diseño de herramientas adaptadas a las necesidades de la red logística mejora significativamente la eficiencia operacional de la empresa, no solo optimiza la utilización de los recursos de la empresa para las operaciones, sino que también muestra de manera eficiente el flujo de los materiales y mantiene preparado al sistema para cambios de las necesidades del mercado evitando así pérdidas para la empresa por no contar con suficiente material que provocaría un paro de producción o inversamente que se tenga un inventario excedente afectando con costos innecesarios.

RECOMENDACIONES

Basado en los resultados obtenidos en el trabajo de investigación sobre el diseño de una red logística para la eficiencia operacional de la empresa Man Water, ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador, se presentan las siguientes recomendaciones importantes que deben considerarse en la realización de futuros estudios.

1. Para la realización de un estado del arte adecuado, es recomendable que se realicen capacitaciones sobre la utilización de motores de búsqueda y la adecuada filtración de información relevante, además de la combinación de bases de datos mediante programación para la utilización de la herramienta Bibliometrix. Esto permitirá que los investigadores realicen un correcto análisis de las metodologías y herramientas utilizadas en el campo para la solución de problemas similares del objeto de estudio.
2. Para el desarrollo del marco metodológico, es recomendable combinar varios criterios de autores para tener un procedimiento que sea integral en el área estudiada. Además, se recomienda la utilización del instrumento de entrevista con preguntas abiertas porque ayudaría en recolectar datos no cuantificables pero importantes para entender el funcionamiento actual del objeto de estudio.
3. Con respecto a la propuesta planteada se recomienda lo siguiente:
 - Realizar controles periódicos del sistema de control de inventario, para encontrar oportunidades de mejora que se adapten a cambios en las necesidades de la empresa. Simultáneamente, de un compromiso en el registro y utilización adecuado del sistema para obtener los resultados esperados.
 - Se recomienda para la propuesta de enrutamiento vehicular actualizar constantemente la base de datos de clientes por nuevos ingresos y detectar a tiempo si la capacidad de los vehículos sigue siendo la adecuada para la demanda.
 - Se recomienda la implementación progresiva de la propuesta, ya que se comprobó que aumenta el aprovechamiento de recursos importantes y mejora la eficiencia de las diferentes áreas logísticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbasi, S., Abbaspour, S., Eskandari-Nasab, M., Yousefi-Sorkhi, M., & Ghasemi, P. (2024). Supply chain network design concerning economy and environmental sustainability: Crisis perspective. *Results in Engineering*, 22, 102291. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102291>
- Abbasi, S., & Ahmadi-Choukolaei, H. (2023). A systematic review of green supply chain network design literature focusing on carbon policy. *Decision Analytics Journal*, 6, 100189. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100189>
- Alfaro-Rosas, J., Portocarrero-Souza, J., Bravo-Huivin, E., Boñón-Silva, C., Deza-Castillo, J., & Noblecilla-Mirano, L. (2022). *Logistics Management and its influence on the Logistics Costs of a footwear company* *Gestión Logística y su influencia en los Costos Logísticos de una empresa de calzados*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.320>
- Aloui, A., Hamani, N., & Delahoche, L. (2021). Designing a resilient and sustainable logistics network under epidemic disruptions and demand uncertainty. *Volume 13, Issue 24, 13(24)*. <https://doi.org/10.3390/su132414053>
- Alzate, P., Isaza, G. A., Toro, E. M., Jaramillo-Garzón, J. A., Hernandez, S., Jurado, I., & Hernandez, D. (2024). Operational efficiency and sustainability in smart ports: a comprehensive review. *Marine Systems and Ocean Technology*. <https://doi.org/10.1007/s40868-024-00142-z>
- Ardi, R., Nurkamila, S., Latiefah-Citraningrum, D., & Naraski-Zahari, T. (2023). Reverse Logistics Network Design for Plastic Waste Management in Jakarta: Robust Optimization Method. *International Journal of Technology*, 14(7), 1560–1569. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i7.6681>
- Arellano-Haro, A., & Cuzco-Macías, A. (2024). Evaluación de la calidad de las guías de práctica clínica sobre encefalopatía hipóxica-isquémica en recién nacidos entre los años 2013 a 2022 mediante la herramienta AGREE ii: una revisión de alcance. *Anales de Pediatría*, 100(6), 412–419. <https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2024.04.002>
- Ari, F., Ricardianto, P., El-Haq, L., Octaviani, R., Ariohadi, M., Parlindungan, P., & Endri, E. (2024). Safety risk and operational efficiency on logistic service

- providers' sustainable coal supply chain management. *Uncertain Supply Chain Management*, 12, 461–470. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.9.006>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007>
- Babaei, A., Khedmati, M., Akbari-Jokar, M. R., & Tirkolaee-Babae, E. (2023). Designing an integrated blockchain-enabled supply chain network under uncertainty. *Scientific Reports*, 13(1), 3928. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30439-9>
- Babaei, A., Tirkolaee-Babae, E., & Samar-Ali, S. (2024). Innovative supply chain network design with two-step authentication and environmentally friendly blockchain technology. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05950-5>
- Baena-Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación - Serie integral por competencias* (Tercera). Grupo Editorial Patria.
- Blasco Mira, J. E., López Padrón, A., & Mengual Andrés, S. (2010). Validación mediante método delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf delphi method validation of a questionnaire to get experience and interest in water activities with special attention to windsurfing. *Agora Para La EF y El Deporte*, 1, 75–96.
- Bonilla, V., Chavez, A., & Calderón, J. (2020). El valor agregado de la planificación estratégica en la cadena de suministro. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 4(3). <https://www.redalyc.org/journal/5736/573667939001/573667939001.pdf>
- Castellanos, A. (2009). *Manual de gestión logística del transporte y distribución de mercancías*. (UNINORTE, Ed.).
- Castilla, R., Alarcon, F., Pinto, H., Victorio, K., Vela, X., Begazo, N., & Algoner, W. (2023a). Implementation of a TMS system for efficiency in the supply chain. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.880>

- Castilla, R., Alarcon, F., Pinto, H., Victorio, K., Vela, X., Begazo, N., & Algoner, W. C. (2023b). Implementation of a TMS system for efficiency in the supply chain[Implementación de un sistema TMS para la eficiencia en la cadena de suministro]. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2023*, 2023. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.880>
- Chambergó-Michilot, D., Díaz-Barrera, M., & Benites-Zapata, V. (2021). Revisiones de alcance, revisiones paraguas y síntesis enfocada en revisión de mapas: aspectos metodológicos y aplicaciones. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(1), 136–142. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2021.381.6501>
- Chandramohan, J., Asoka-Chakravarthi, R., & Ramasamy, U. (2023). A comprehensive inventory management system for non-instantaneous deteriorating items in supplier- retailer-customer supply chains. *Supply Chain Analytics*, 3, 100015. <https://doi.org/10.1016/J.SCA.2023.100015>
- Concha-Guaylla, M., Rodríguez-Basantes, A., Orozco-Valencia, E., & Jara-Orna, L. (2024). Calidad de agua embotellada de consumo humano en el Ecuador y su impacto en la salud de la población. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria pentaciencias*, 6(5), 187–193. <https://doi.org/10.59169/PENTACIENCIAS.V6I5.1202>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología* (M. Viquez, Ed.; Segunda Edición).
- Del Cid; Alma, Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología* (M. Viquez, Ed.; Segunda Edición).
- Deng, S., Yuan, Y., Wang, Y., Wang, H., & Koll, C. (2020). Collaborative multicenter logistics delivery network optimization with resource sharing. *PLOS ONE*, 15(11), e0242555. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242555>
- Deza Castillo, J. M., Florián Castillo, O. R., D'Anglés Cedrón, S. N., & Costa, G. A. C. (2022). Logistics Management for Competitiveness of a MSE of the balanced food industry against Covid-19. *Proceedings of the LACCEI International*

- Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2022-July.*
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.251>
- Díaz-Batista, J. A., & Pérez-Armayor, D. (2012). *Inventory levels optimization in a supply chain.*
- Dong, B., Christiansen, M., Fagerholt, K., & Chandra, S. (2020). Design of a sustainable maritime multi-modal distribution network – Case study from automotive logistics. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *143*, 102086.
<https://doi.org/10.1016/J.TRE.2020.102086>
- Escalante, A., & González, J. (2015). *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil* (Alfaomega, Ed.; Primera).
- Fathollahi-Fard, A. M., Dulebenets, M. A., Hajiaghayi-Keshteli, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Safaeian, M., & Mirzahosseini, H. (2021). Two hybrid meta-heuristic algorithms for a dual-channel closed-loop supply chain network design problem in the tire industry under uncertainty. *Volume 50*, *50*.
<https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101418>
- Feng, Y., Xia, X., Wang, L., & Zhang, Z. (2021). Optimización multiobjetivo de la red logística de la cadena de suministro de reciclaje y remanufactura con capacidad escalable en condiciones de incertidumbre. *Investigación de Producción y Fabricación*, *10*(1), 641–665.
<https://doi.org/10.1080/21693277.2022.2113472>
- Fu, H. (2023). Research on Walmart's Successful Application of Supply Chain Management. *Proceedings of the 7th International Conference on Economic Management and Green Development.* <https://doi.org/10.54254/2754-1169/35/20231759>
- Gabrielli, P., Campos, J., Becattini, V., Mazzotti, M., & Sansavini, G. (2022). Optimization and assessment of carbon capture, transport and storage supply chains for industrial sectors: The cost of resilience. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, *121*, 103797.
<https://doi.org/10.1016/J.IJGGC.2022.103797>

- Gómez-Albán, H., Mejía-Argueta, C., & León-Espinosa de los Monteros, R. (2017). Design of a logistics network via an optimization model considering out-of-stocks. In *Revista chilena de ingeniería* (Vol. 25, Issue 4).
- García-Loor, E., Chávez-Wilson, J., Loor-Zambrano, H., & Córdova-Mosquera, R. (2020). Plantas purificadoras: Realidad del agua embotellada en Ecuador. *Dominio de Las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, Vol. 6, N°. Extra 3, 2020 (Ejemplar Dedicado a: Especial: junio 2020), Págs. 692-705, 6(3), 692–705.* <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1241>
- George-Quintero, R., Gómez-Toirac, Y., Matos-Laffita, D., González-Rodríguez, I., Labori-Ruiz, R., & Guevara-Silveira, S. (2022). Eficacia, efectividad, eficiencia y equidad en relación con la calidad en los servicios de salud. *Información Para Directivos de La Salud.* <https://orcid.org/0000-0001-5199-8729>
- Ghodake, S., Malkar, V., Santosh, K., Jabasheela, L., Abdufattokhov, S., & Gopi, A. (2024). Enhancing Supply Chain Management Efficiency: A Data-Driven Approach using Predictive Analytics and Machine Learning Algorithms. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 15(4), 672–686.* <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150469>
- Gupta, S., Haq, A., Ali, I., & Sarkar, B. (2021). Significance of multi-objective optimization in logistics problem for multi-product supply chain network under the intuitionistic fuzzy environment. *Volume 7, Issue 4, Pages 2119 - 2139, 7(4), 2119–2139.* <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00326-9>
- Gutiérrez-Segovia, E. A., Anaya-Carrasco, J. L., Rodríguez-Medina, M. A., Gómez-Zepeda, P. I., & Pinto-Santos, J. A. (2023). Optimización de la cadena de suministro para reducir gastos de operación al importar material mro en la planta de metales en la empresa x. *Revista IPSUMTEC, 6(1), 8–15.* <https://revistas.milpaalta.tecnm.mx/index.php/IPSUMTEC/article/view/164>
- Hernández- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014a). *Metodología de la investigación* (Sexta Edition).
- Hosseini-Motlagh, S. M., Samani, M. R. G., & Abbasi-Saadi, F. (2021). Strategic optimization of wheat supply chain network under uncertainty: a real case study.

Volume 21, Issue 3, Pages 1487 - 1527, 21(3), 1487–1527.
<https://doi.org/10.1007/s12351-019-00515-y>

- Jacho, N. (2022). Optimización de la logística de almacenamiento y distribución de la planta embotelladora de agua, Fuentes San Felipe. *Escuela Superior Politécnica de Chimboraz- Tesis de Maestría*.
- Joshi, S. (2022). A review on sustainable supply chain network design: Dimensions, paradigms, concepts, framework and future directions. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.001>
- Khan, F., Hussain, D., Khan, F., & Ashraf, A. (2017). Optimizing Supply Chain Operations of a Bottled Water Supplier. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.3025807>
- Khoei, M. A., Aria, S. S., Gholizadeh, H., Goh, M., & Cheikhrouhou, N. (2023). Big data-driven optimization for sustainable reverse logistics network design. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(8), 10867–10882. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-04357-z>
- Kramarz, M., & Kmiecik, M. (2022). Quality of Forecasts as the Factor Determining the Coordination of Logistics Processes by Logistic Operator. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/su14021013>
- Kumari, S., & Kumar, R. (2023). Supply Chain Optimization Strategies for Enhanced Efficiency and Performance. *IJFMR - International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(4). <https://doi.org/10.36948/IJFMR.2023.V05I04.4428>
- Kwang-Keun, L. (2021). A Study on the Competitive Advantage Strategy of Convenience Store (CVS) in Japan: Focusing on 7-Eleven. *East Asian Journal of Business Economics (EAJBE)*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.20498/EAJBE.2021.9.1.1>
- Li, H., & Alumur, S. A. (2024). Multi-period reverse logistics network design for water resource management in hydraulic fracturing. *Applied Mathematical Modelling*, 129, 612–632. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2024.02.010>

- Ma, Z., Zheng, X., Liang, H., & Luo, P. (2024). Logistics Center Selection and Logistics Network Construction from the Perspective of Urban Geographic Information Fusion. *Sensors*, 24(6), 1878. <https://doi.org/10.3390/s24061878>
- Maceda-Rodríguez, M., Acevedo-Baizabal, F., Rocha-Altamira, E. A., Castro-Pérez, B., & Rodríguez-García, M. del P. (2023). Diseño de red de distribución para optimizar el reparto en una planta purificadora de agua. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 4696–4709. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I4.7308
- Manrique-Nugent, M., Teves-Quispe, J., Taco-Llave, M., & Flores-Morales, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 1136–1146. <https://doi.org/10.37960/REVISTA.V24I88.30168>
- Michalski, M., & Montes, J. (2022). Logistics service quality in an emergent market in Latin America. *International Journal of Logistics Management*, 33(1), 79–101. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2020-0433/FULL/XML>
- Mohammed-Khalid, A. (2021). Identifying critical success factors in designing effective and efficient supply chain structures: A literature review. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(2), 447–456. <https://doi.org/10.5267/J.USCM.2021.1.006>
- Mora-García, L. A. (2010). *Gestión logística integral las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento segunda edición: Vol. Segunda Edición*.
- Muyulema-Allaica, J. C., & Tapias-Molina, D. B. (2024). Propuesta de marco para la evaluación de la sostenibilidad organizacional de las PyMEs agroalimentarias. *Arandu UTIC*, 11(2), 161–187. <https://doi.org/10.69639/ARANDU.V11I2.256>
- Nam, D., & Park, M. (2020). Improving the Operational Efficiency of Parcel Delivery Network with a Bi-Level Decision-Making Model. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 8042, 12(19), 8042. <https://doi.org/10.3390/SU12198042>
- Navarro Romero, E. del C., Gelves Alarcón, Ó. M., & García Corrales, N. (2021). Correlational analysis between the economics, socio-demographic indices and statistics of contagion due to Covid-19, applying the Clustering methodology in

- countries of America. *Inge CuC*, 17(1), 285–302.
<https://doi.org/10.17981/INGECUC.17.1.2021.21>
- Niño-Rojas, V.-M. (2011). *Metodología de la investigación. Diseño y ejecución* (Primera edición). Ediciones de la U.
- Peña-Orozco, D., Urueña-Villamil, J. F., & González-Valencia, L. A. (2016). Diseño de una red logística para una comercializadora ferretera en el centro del Valle del Cauca. *ENTRAMADO*, 12(1), 304–330.
<https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23130>
- Pérez-Calvay, A., & Fernández-Vallejos, V. (2023). Modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia en una empresa embotelladora: caso de estudio. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 10(1), 116–132.
<https://doi.org/10.26495/ICTI.V10I1.2402>
- Prananingtyas, P., & Zulaekhah, S. (2021). The effect of logistics management, supply chain facilities and competitive storage costs on the use of warehouse financing of agricultural products. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(2), 457–464. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2021.1.005>
- Quizhpe-Monar, G. (2020). Calidad en proyectos de Aguas Purificadas Comercializadas: Caso supermercados de Guayaquil. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(3), 391–408. <https://doi.org/10.37960/RVG.V25I3.33379>
- Ramírez, G., Magaña, D., & Ojeda, R. (2022). Trascender, contabilidad y gestión Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica Productivity, aspects that benefit the organization. Systematic review of scientific production. *Contabilidad y Gestión*, 7, 20.
<https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Ramirez-Flores, E., Robles-Valderrama, E., Sainz-Morales, M., Martínez-Rodríguez, B., Vargas-Cerón, B., & Ramirez-Flores, M. (2022). Calidad amebológica del agua embotellada en garrafón del área metropolitana de la ciudad de México. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 22(2), 71–81.
<https://doi.org/10.19053/1900771X.V22.N2.2022.15021>
- Ryu, H., Lee, D., Shin, J., Song, M., Lee, S., Kim, H., & Kim, B. I. (2023). A web-based decision support system (DSS) for hydrogen refueling station location

- and supply chain optimization. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(93), 36223–36239. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2023.06.064>
- Saffari, H., Abbasi, M., & Gheidar-Kheljani, J. (2023). A robust, sustainable, resilient, and responsive model for forward/reverse logistics network design with a new approach based on horizontal collaboration. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02954-2>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13(1), 102–122. <https://doi.org/10.19083/RIDU.2019.644>
- Scalamonti, F. (2023). A demand analysis with a dynamic approach to LA/AIDS for the Italian bottled water industry and its related non-alcoholic beverages. *Food and Humanity*, 1, 1304–1314. <https://doi.org/10.1016/J.FOOHUM.2023.09.025>
- Schiffer, M., & Doerr, D. M. (2020). Development of the Supply Chain Management 2040 - Opportunities and Challenges. *Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics*, 29–37. <https://doi.org/10.15488/9644>
- Sepehri, A., Tirkolaei, E. B., Simic, V., & Ali, S. S. (2024). Designing a reliable-sustainable supply chain network: adaptive m-objective ϵ -constraint method. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05961-2>
- Shahparvari, S., Soleimani, H., Govindan, K., Bodaghi, B., Fard, M. T., & Jafari, H. (2021). Closing the loop: Redesigning sustainable reverse logistics network in uncertain supply chains. *Computers and Industrial Engineering*, 157, 107093. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107093>
- SRI. (2024). *Base de Datos Catastro RUC por provincia - Personas Naturales y Sociedades*. <https://www.sri.gob.ec/datasets#La%20informaci%C3%B3n%20del%20Catastro%20Tributario,%20proporcionar%20informaci%C3%B3n%20agrupada%20del%20n%C3%BAmero%20de%20contribuyentes%20registrados%20por%20provincia>,
- Suárez-Solórzano, T. M., Riofrío-Riera, M. B., & Benítez-Luzuriaga, F. V. (2023). Gestión de la Cadena de Suministro para Potenciar la Internacionalización de

- las Pymes de la Provincia El Oro. *Economía y Negocios*, 14(1), 149–160.
<https://doi.org/10.29019/EYN.V14I1.1002>
- Surachman-Sumiat, G. A., & Rohman, F. (2021). The effect of lean and agile supply chain strategy on financial performance with mediating of strategic supplier integration & strategic customer integration: Evidence from bottled drinking-water industry in Indonesia. *Cogent Business and Management*, 8(1).
<https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1930500>
- Tanco, M., Escuder, M., Heckmann, G., Jurburg, D., & Velazquez, J. (2018). Supply chain management in Latin America: current research and future directions. *Supply Chain Management*, 23(5), 412–430. <https://doi.org/10.1108/SCM-07-2017-0236/FULL/XML>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473.
<https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Tsao, Y.-C., Tesfaye, H., & Lee, C. (2024). Resilient and sustainable semiconductor supply chain network design under trade credit and uncertainty of supply and demand. *International Journal of Production Economics*, 274, 109318.
<https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2024.109318>
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. A., & Mena Reinoso, A. P. (2017). *Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios*.
- Varlamova, D., & Gorovoy, A. (2019). The process approach to increasing environmental friendliness of transport and logistics services. *E3S Web of Conferences*, 91, 08039. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20199108039>
- Wang, J., Wen, J., Pajić, V., & Andrejić, M. (2024). Optimizing Cross-Dock Terminal Location Selection: A Multi-Step Approach Based on CI-DEA–IDOCRIW–MABAC for Enhanced Supply Chain Efficiency—A Case Study.

Mathematics 2024, Vol. 12, Page 736, 12(5), 736.
<https://doi.org/10.3390/MATH12050736>

Xia, H., Chen, Z., Milisavljevic-Syed, J., & Salonitis, K. (2024). Uncertain programming model for designing multi-objective reverse logistics networks. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 11, 100155.
<https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2024.100155>

Yu, Z., Cao, X., Tang, L., Yan, T., & Wang, Z. (2024). Does digitalization improve supply chain efficiency? *Finance Research Letters*, 67, 105822.
<https://doi.org/10.1016/J.FRL.2024.105822>

Zalozhnev, A. Y., & Peremezhko, D. V. (2022). IT Project Management: Supply Chain Optimization for Service Operations. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 2505–2508. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2022.10.085>

Zapata, U. P., & Ararat, H. C. (2020a). A vehicle routing problem with a time windows approach to improve the delivery process. *Ingeniería*, 25(2), 117–143.
<https://doi.org/10.14483/23448393.15271>

Zapata, U. P., & Ararat, H. C. (2020b). A vehicle routing problem with a time windows approach to improve the delivery process. *Ingeniería (Colombia)*, 25(2), 117–143. <https://doi.org/10.14483/23448393.15271>

ANEXOS

Anexo 1. Validación del instrumento



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



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

Opinión: Yo Richard Edinson Muñoz Braus, con CI: 0922584321, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, **MALAVÉ MALAVÉ NIXON ALEXANDER** con CI: 2450315631 y **RODRÍGUEZ GONZABAY JUDITH FABIANA** con CI: 2450349119, para evaluar mediante el método Delphi la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a la empresa Man Water dedicada al embotellamiento de agua purificada ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, señalo lo siguiente:


FIRMA

TEMA: DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LA EMPRESA MAN WATER, UBICADA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR

Escala de Likert:
-1: Muy en desacuerdo. -2: Algo en desacuerdo. -3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, -4: Algo de acuerdo, -5: Muy de acuerdo.

No.	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1.	¿La capacidad de los vehículos es el adecuado para la cantidad de productos entregados?	4
2.	¿El despacho de los pedidos es importante para el tiempo de entrega de los productos?	5
3.	¿El sistema logístico actual es el adecuado para la planificación de rutas?	5
4.	¿La red logística actual se adapta fácilmente a cambios inesperados de demanda?	5
5.	¿La infraestructura logística actual es suficiente para el manejo del volumen de productos?	5
6.	¿La mejora de la red logística contribuiría en la reducción de los tiempos de entrega del producto?	5
7.	¿La mejora de la red logística disminuiría los costos de transporte?	5
8.	¿La optimización logística mejoraría la eficiencia del sistema actual mejorando la utilizando de sus recursos?	4
9.	¿Se optimizan adecuadamente los recursos disponibles de la empresa para mejorar la eficiencia?	2
10.	¿Los clientes están satisfechos con la rapidez que se cumplen sus requerimientos?	5

Datos del experto

Profesión:	Ingeniero Industrial
Años de experiencia:	13 años.
Correo:	remunozbraus@gmail.com
Fecha de validación:	24/09/2024

Anexo 2. Formato encuesta validada



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



CUESTIONARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

OBJETIVO: Evaluar la eficiencia de la red logística actual de la empresa embotelladora de agua MAN WATER, ubicada en la provincia de Santa Elena.

INSTRUCCIÓN: Este cuestionario ha sido elaborado con fines académicos y consta de preguntas cerradas dirigidas a personal clave de la empresa, incluyendo encargados de distribución y transporte, jefe de producción y personal operativo involucrado en los procesos logísticos. Le solicitamos que lea detenidamente cada pregunta y seleccione la respuesta que considere más adecuada según su percepción sobre el estado actual de la empresa. Sus respuestas serán tratadas de forma anónima.

CUESTIONARIO

1. ¿La capacidad de los vehículos es el adecuado para la cantidad de productos requeridos?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

2. ¿El rapidez de los pedidos es importante para el tiempo de entrega de los productos?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

3. ¿El sistema logístico actual es el adecuado para la planificación de rutas?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

4. ¿La red logística actual se adapta fácilmente a cambios inesperados de demanda?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

5. ¿La infraestructura logística actual es suficiente para el manejo del volumen de productos?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

6. ¿La mejora de la red logística contribuiría en la reducción de los tiempos de entrega del producto?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

7. ¿La mejora de la red logística disminuiría los costos de transporte?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

8. ¿Una red logística adecuada ayudaría en reducir los tiempos operativos en las actividades diarias?

- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

9. ¿Actualmente se optimizan adecuadamente los recursos disponibles de la empresa para mejorar la eficiencia?

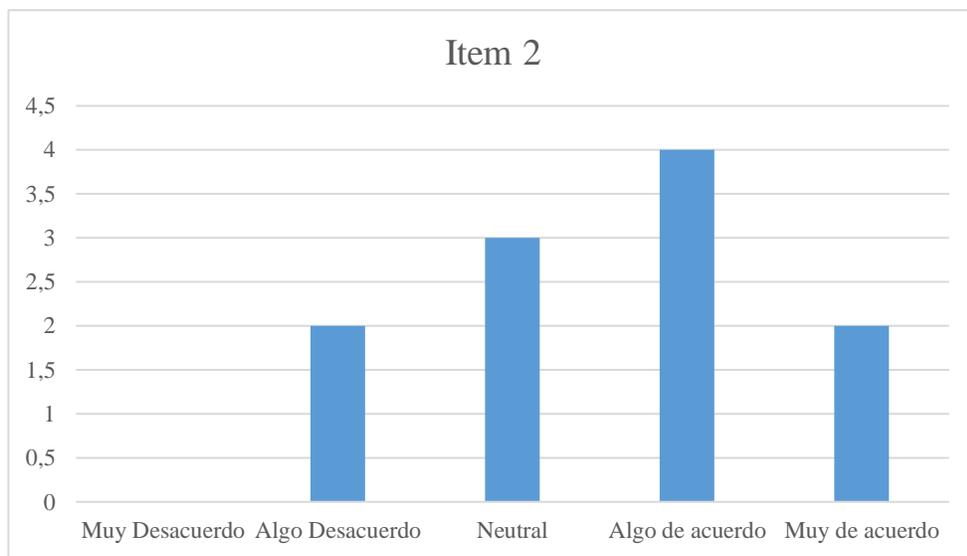
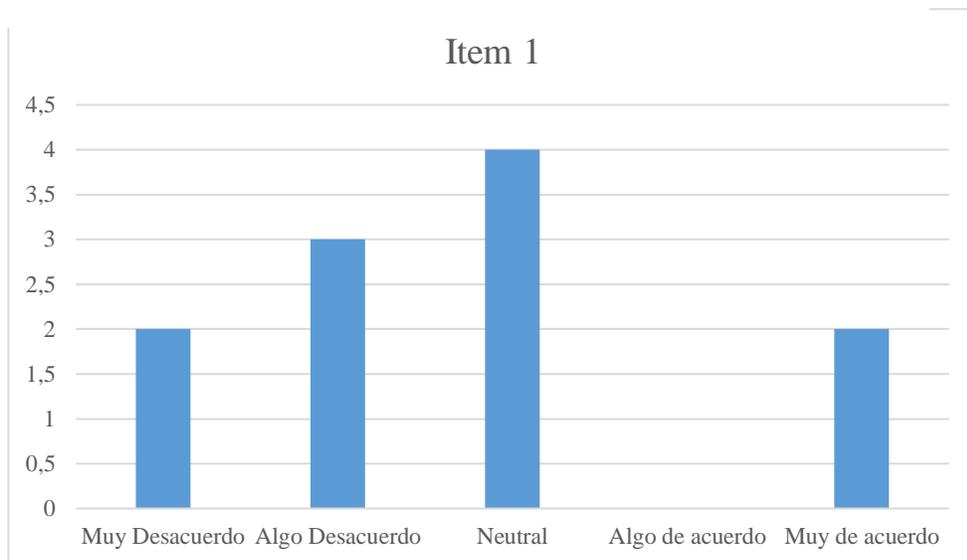
- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

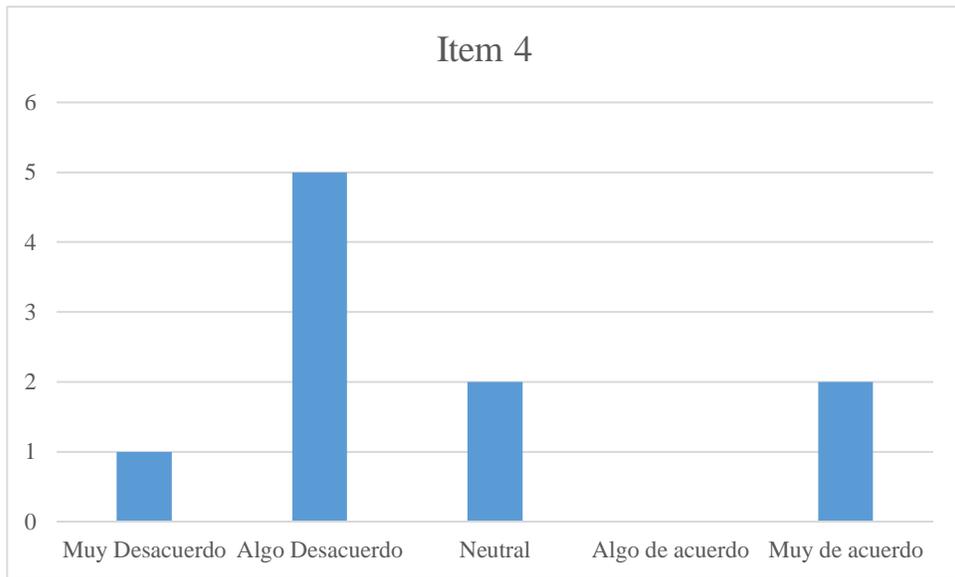
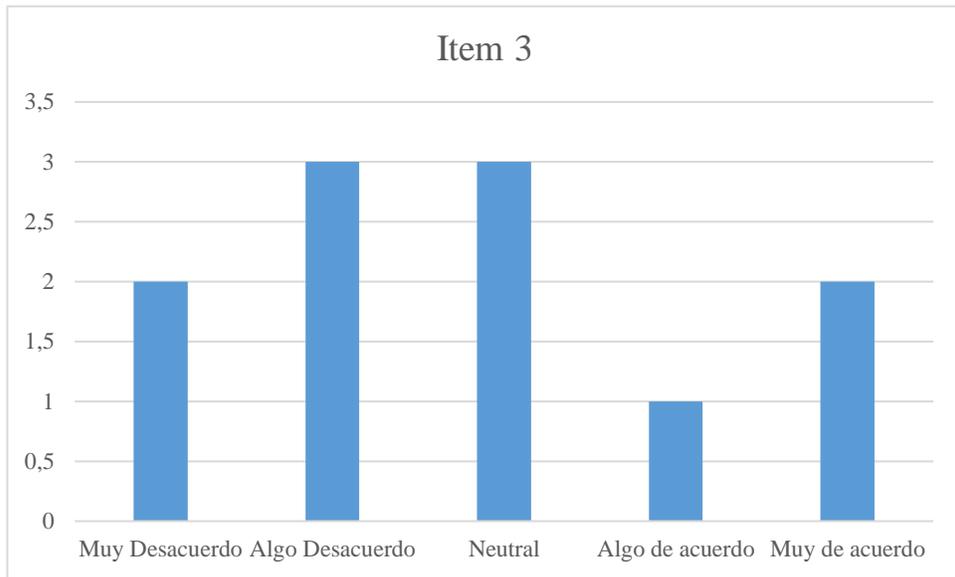
10. ¿Los clientes están satisfechos con la rapidez que se cumplen sus requerimientos?

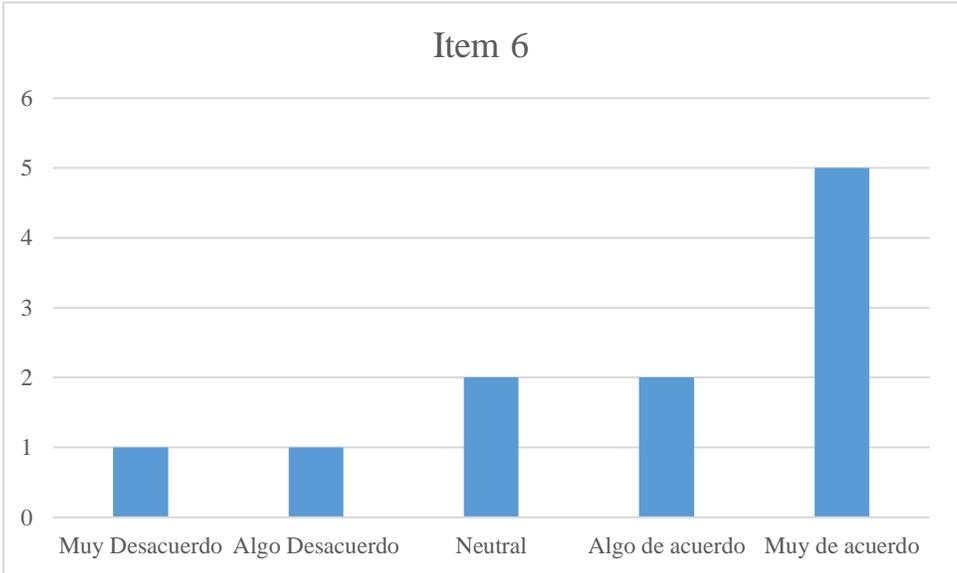
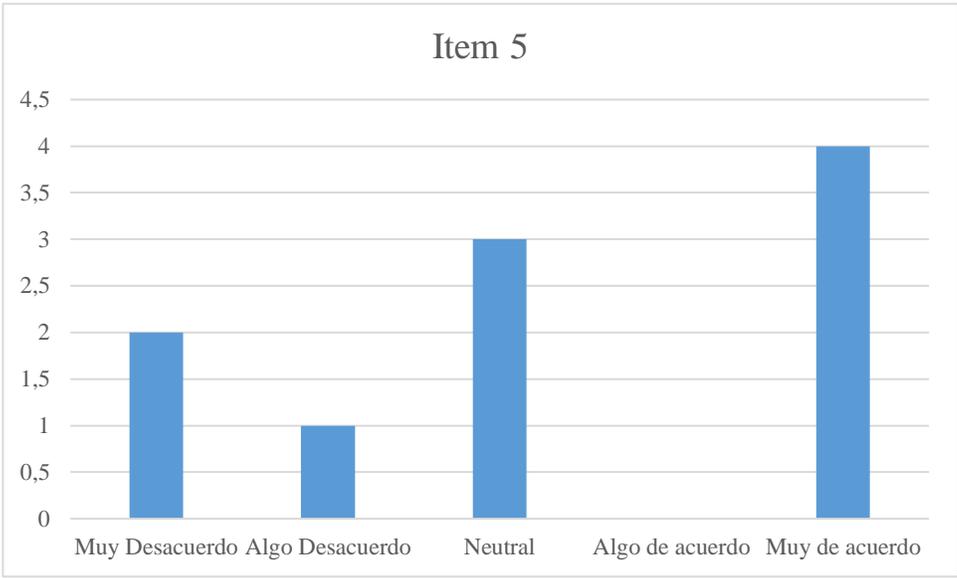
- 1. Muy de acuerdo.
- 2. Algo de acuerdo.
- 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4. Algo de acuerdo
- 5. Muy en desacuerdo

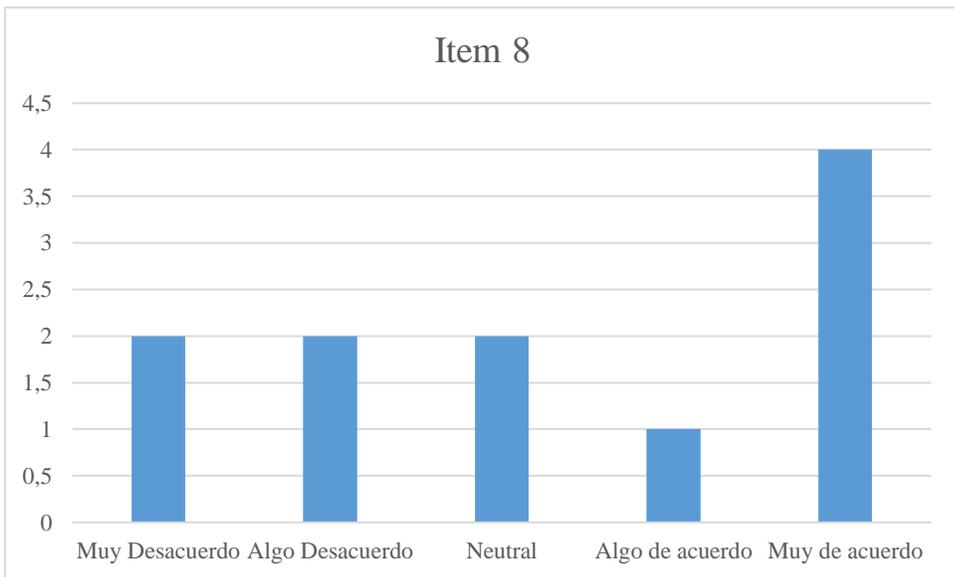
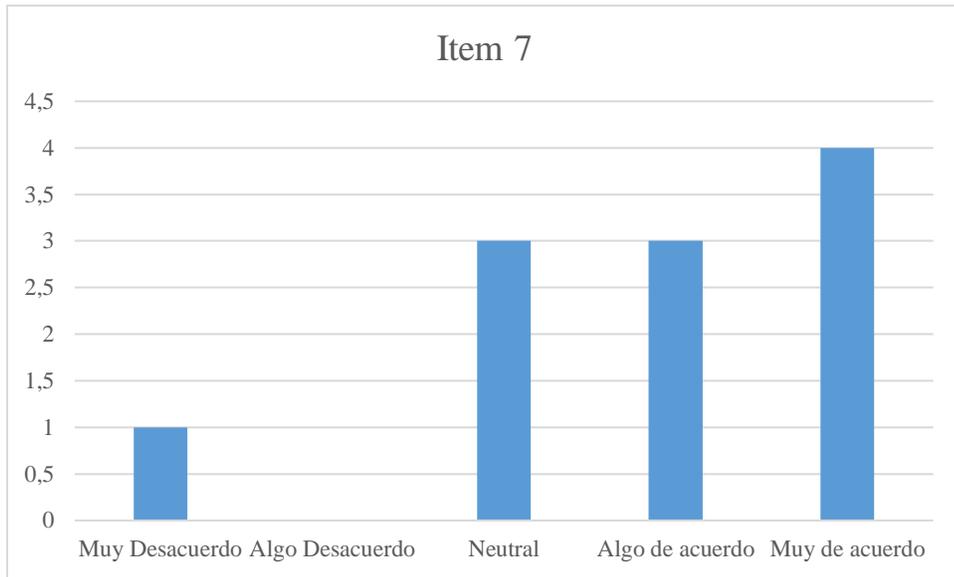
Archivos adjuntos:
Asunto:
Recepción Fecha/Hora: 2024 08 12 13 : 24:23
Transmisión Fecha/Hora: 2024 08 12 13:24:23
Remite: [email address]

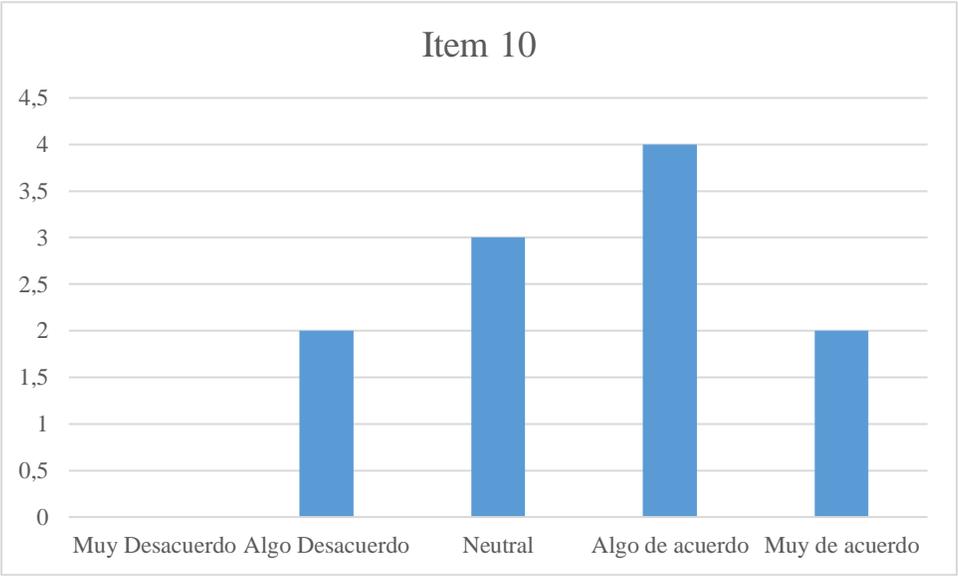
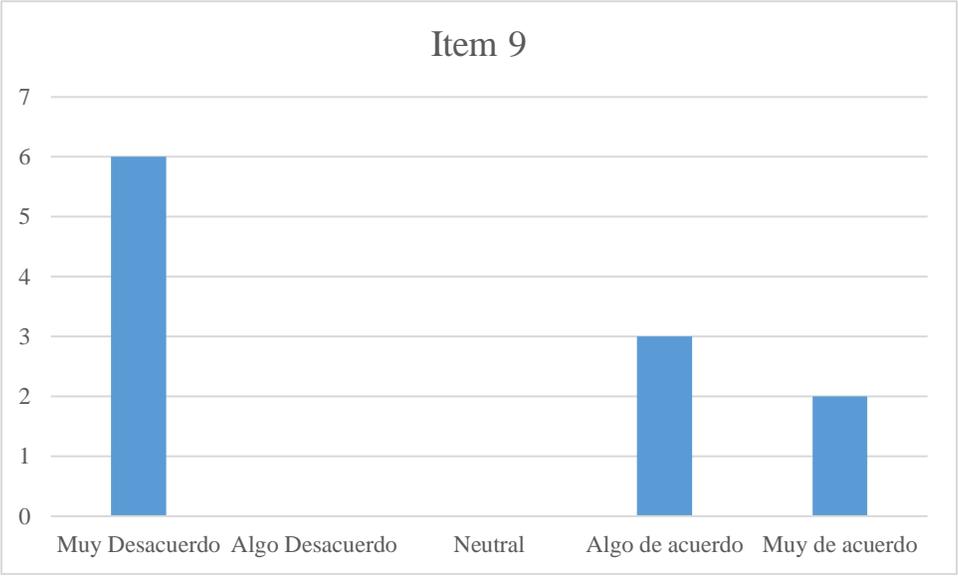
Anexo 3. Resultados de las preguntas del cuestionario











Anexo 4. Formato de registro de ruta

HOJA DE RUTA						
Nombre del conductor:					Fecha:	
Matrícula del vehículo:					Capacidad del vehículo:	
	Cliente	Hora de inicio	Cantón	Barrio	Distancia de recorrido	Cantidad
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
19						
Observaciones:						

Anexo 5. Evidencia de recolección de datos



Anexo 6. Carta de aceptación de la empresa



Dirección: vía Ancón en el barrio Mariano Marazita, calle Kennedy.

RUC: 1303900367001

Ingeniera

Lucrecia Moreno Alcivar, PhD.

DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

En su despacho. –

De mi consideración:

Yo, **ORMAZA ÁLAVA JACINTO RAFAEL** con cédula de identidad N° **1309062907** en calidad del gerente de la sucursal de la empresa **“MAN WATER”** ubicada en vía Ancón en el barrio Mariano Marazita, calle Kennedy cuya planta matriz se ubica en la provincia de Manabí, expreso:

La solicitud de la Sra. **Judith Fabiana Rodríguez Gonzabay** con cédula de identidad N° **2450349119**, y el Sr. **Nixon Alexander Malavé Malavé** con cédula de identidad N° **2450315631**, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial para el desarrollo de su trabajo de titulación ha sido aceptada.

La empresa autoriza que el resultado de dicho trabajo de investigación sea realizado y publicado en el repositorio digital de la UPSE.

Sin otro particular, me despido de usted augurando éxitos en sus funciones.

Sr. Jacinto Rafael Ormaza Álava
Gerente de sucursal Santa Elena
Empresa “Man Water”
C.I 1309062907
Cel. 0986665115

Anexo 7. Hoja de control de materia prima.

SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO MAN WATER							
Encargado:		JEFE DE BODEGA					
MATERIA PRIMA							
PRODUCCIÓN		VENTAS		COMPRAS		PRODUCTO	
INICIO							
Materia Prima	Medida	Alerta	Stock Actual	Entradas	Salidas	Costo Promedio	Costo Inventario
Agua	Lt	9.300	31.500	1.006.920	975.420	\$ 0,002	\$ 66
Etiqueta	Unidad	4.233	14.885	63.671	48.786	\$ 0,01	\$ 198
Sello de seguridad	Unidad	4.233	1.850	50.621	48.771	\$ 0,10	\$ 185
Tapa Antiderrame	Unidad	4.233	5.660	54.401	48.741	\$ 0,04	\$ 226
Tapa enroscable	Unidad	4.233	930	980	50	\$ 0,04	\$ 40
Botellon 20 lt	Unidad	465	750	49.521	48.771	\$ 0,15	\$ 113

Anexo 8. Base de datos de rutas de situación actual

CAMION 1								CAMION 2									
N	Canton	Localidad	Longitud	Latitud	Demanda	Costo Us.	Total	N	Canton	Localidad	Longitud	Latitud	Demanda	Costo Us.	Total		
6	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	
7	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	10	\$ 1,25	\$ 12,50	7	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	10	\$ 1,25	\$ 12,50
8	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75	8	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75
9	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00	9	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00
10	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	8	\$ 1,25	\$ 10,00	10	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	8	\$ 1,25	\$ 10,00
11	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75	11	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75
12	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75	12	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75
13	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	8	\$ 1,25	\$ 10,00	13	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	8	\$ 1,25	\$ 10,00
14	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75	14	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	7	\$ 1,25	\$ 8,75
15	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25	15	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25
16	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	9	\$ 1,25	\$ 11,25	16	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	9	\$ 1,25	\$ 11,25
17	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	17	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50
18	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	18	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50
19	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00	19	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00
20	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	9	\$ 1,25	\$ 11,25	20	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	9	\$ 1,25	\$ 11,25
21	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	21	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50
22	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25	22	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25
23	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25	23	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	5	\$ 1,25	\$ 6,25
24	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50	24	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	6	\$ 1,25	\$ 7,50
25	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00	25	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	4	\$ 1,25	\$ 5,00
26	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	10	\$ 1,25	\$ 12,50	26	Ciudad	Santa Elena	Narcisca de Jesus	-2,21933	-80,05044	10	\$ 1,25	\$ 12,50

Anexo 9. Hoja de registro de compras

SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO MAN WATER						
Encargado:						
REGISTROS DE COMPRAS						
PRODUCCIÓN		VENTAS		INICIO		
Fecha	Materia Prima	Medida	Cantidad	Costo Un	Costo T	
01/07/2024	Tapa Antiderrame	Unidad	54.401	\$ 0,04	\$ 2.176,04	
01/07/2024	Sello de seguridad	Unidad	50.621	\$ 0,10	\$ 5.062,10	
01/07/2024	Etiqueta	Unidad	63.671	\$ 0,01	\$ 848,95	
01/07/2024	Tapa enroscable	Unidad	980	\$ 0,04	\$ 42,14	
01/07/2024	Agua	Lt	1.006.920	\$ 0,00211	\$ 2.124,60	
01/07/2024	Botellon 20 lt	Unidad	49.521	\$ 0,15	\$ 7.428,15	
	Sello de seguridad	Unidad			\$ 0,00	
		no existe			\$ 0,00	
		no existe			\$ 0,00	
		no existe				
		no existe				
		no existe				
Página 1						
Materia prima-Inventario		Daños-MP		Productos-inventario		

Listo

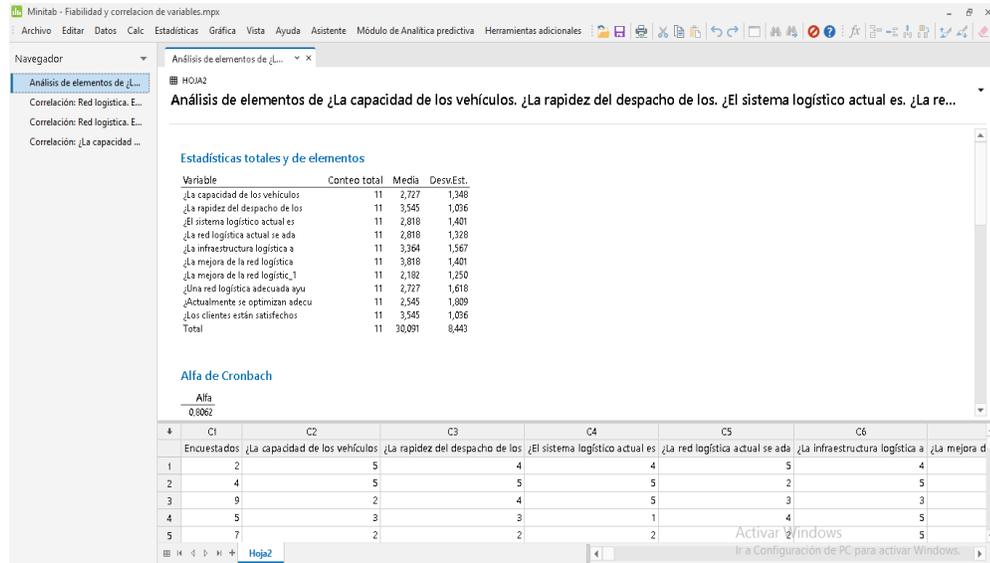


Accesibilidad: es necesario investigar

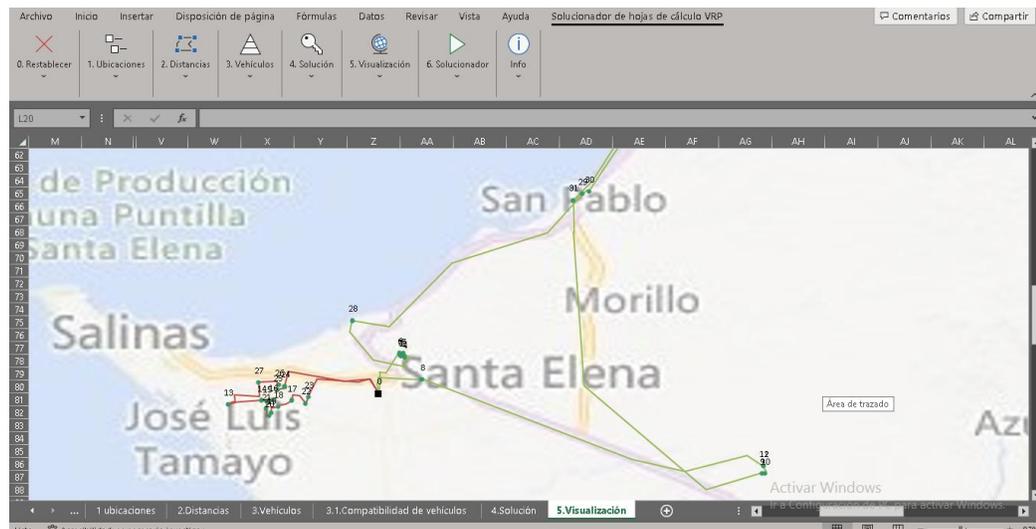
Anexo 10. Registro de producción

	A	B	C	D	E	F	
1	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO						
2	MAN WATER						
3	Encargado:						
4	REGISTROS DE PRODUCCIÓN						
5							
6							
7							
8							
9	DAÑOS MP		VENTAS		PRODUCTO		
10	INICIO						
11							
12	Fecha	Codigo	Producto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
13	01/07/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.494	\$ 0,35	\$ 1.222,90	
14	08/07/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.414	\$ 0,35	\$ 1.194,90	
15	15/07/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	4.277	\$ 0,35	\$ 1.496,95	
16	22/07/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.924	\$ 0,35	\$ 1.373,40	
17	29/07/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.836	\$ 0,35	\$ 1.342,60	
18	05/08/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	4.092	\$ 0,35	\$ 1.432,20	
19	12/08/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.710	\$ 0,35	\$ 1.298,50	
20	19/08/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.491	\$ 0,35	\$ 1.221,85	
21	26/08/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.478	\$ 0,35	\$ 1.217,30	
22	02/09/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.846	\$ 0,35	\$ 1.346,10	
23	09/09/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	4.057	\$ 0,35	\$ 1.419,95	
24	16/09/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.481	\$ 0,35	\$ 1.218,35	
25	23/09/2024	Cod002	Botellon 20 litros Nor	3.621	\$ 0,35	\$ 1.267,35	
26	22/10/2024	COD001	Botellon 20 litros Ros	50	\$ 0,35	\$ 17,50	
27			no existe		\$ 0,35	\$ 0,00	
28			no existe		\$ 0,35	\$ 0,00	
29			no existe		\$ 0,35	\$ 0,00	
		Materia prima-Inventario		Daños-MP		Productos-inventario	
Listo  Accesibilidad: es necesario investigar							

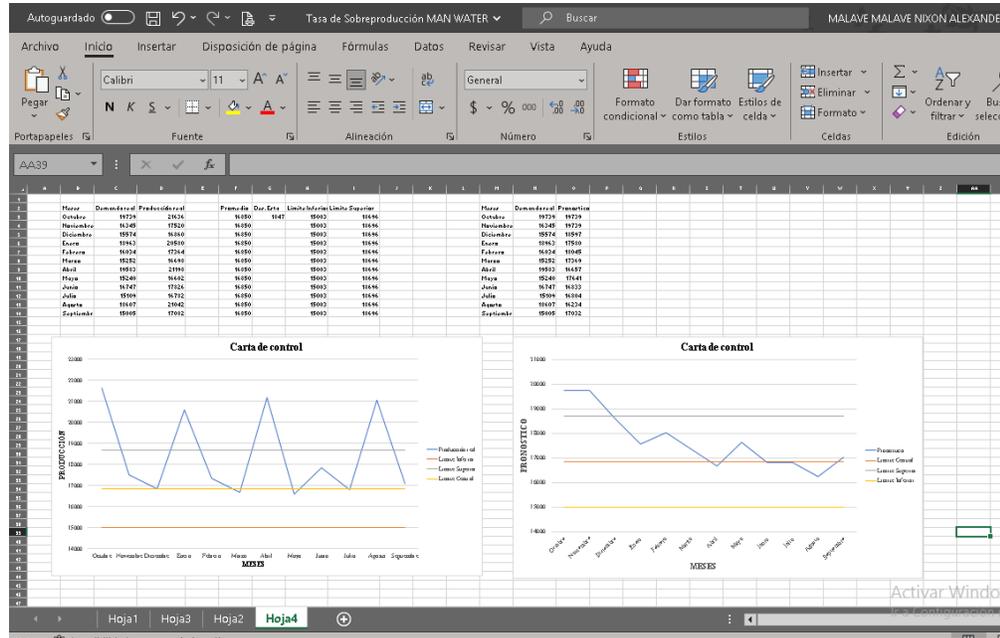
Anexo 11. Análisis de fiabilidad



Anexo 12. Simulación de enrutamiento



Anexo 13. Cartas de control actual-propuesta



Anexo 14. Cálculo de parámetros para enrutamiento

