



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

TEMA:

**“MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA MEJORA DE LA
EFICIENCIA OPERACIONAL EN EL TERMINAL PETROLERO DE
LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORAS:

**GUERRERO CARCELÉN STEFANIA JOSELINE
VERA TRIVIÑO STEPHANY SOFIA**

TUTOR

ING. MUÑOZ BRAVO RICHARD EDINSON, MGTR.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2026-1

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

**“MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA
MEJORA DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL EN EL
TERMINAL PETROLERO DE LA LIBERTAD,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORAS:

**GUERRERO CARCELÉN STEFANIA JOSELINE
VERA TRIVIÑO STEPHANY SOFIA**

TUTOR:

ING. MUÑOZ BRAVO RICHARD EDINSON, MGTR.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2026-1

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Guerrero Carcelén Stefania Joseline y Vera Triviño Stephany Sofía**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

TUTOR

f. 

Ing. Muñoz Bravo Richard Edinson, Mgtr.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos MSc.

La Libertad, a los 12 días del mes de agosto del año 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Muñoz Bravo Richard Edinson, Mgtr.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Trabajo de integración Curricular **“Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el Terminal Petrolero de La Libertad, provincia de Santa Elena”**, elaborado por las Srtas. **Guerrero Carcelén Stefania Joseline y Vera Triviño Stephany Sofia**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Muñoz Bravo Richard Edinson, Mgtr.

La Libertad, a los 12 días del mes de agosto del año 2026

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Guerrero Carcelén Stefania Joseline y Vera Triviño Stephany Sofia**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el Terminal Petrolero de la Libertad, provincia de Santa Elena**” previo a la obtención del título de **Ingeniería Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

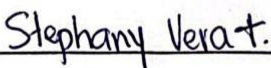
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 12 días del mes de agosto del año 2026

AUTORES:

f.  _____

Guerrero Carcelén Stefania Joseline

f.  _____

Vera Triviño Stephany Sofia

AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Guerrero Carcelén Stefania Joseline**, y **Vera Triviño Stephany Sofía**

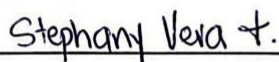
Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el Terminal Petrolero de la Libertad, provincia de Santa Elena**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 12 días del mes de agosto del año 2026

AUTORES:

f. 

Guerrero Carcelén Stefania Joseline

f. 

Vera Triviño Stephany Sofía

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el Terminal Petrolero de la Libertad, Provincia de Santa Elena**” elaborado por **Guerrero Carcelén Stefania Joseline y Vera Triviño Stephany Sofia**, egresadas de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 3 % de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE ECU

TRABAJO DE TITULACIÓN 2026-1 GUERRERO STEFANIA_VERA STEPHANY

ID : 6c794f1ac00c3e92f1ee118cc7866c4801498329



3%

Textos sospechosos

Nombre del fichero: TRABAJO DE TITULACIÓN 2026-1 GUERRERO
STEFANIA_VERA STEPHANY.txt
Tamaño del archivo original: 5,88 KB
Número de palabras: 34.320

Depositante: RICHARD EDINSON MUÑOZ BRAVO
Fecha de depósito: 7 de agosto de 2025
Tipo de carga: Verifica
Fecha de fin de análisis: 7 de agosto de 2025

Atentamente,

f.

Ing. Richard Edinson Muñoz Bravo, Mgtr.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniera Industrial con el tema: **“MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL EN EL TERMINAL PETROLERO DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**. Ha sido desarrollado por las estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial: **GUERRERO CARCELÉN STEFANIA JOSELINE y VERA TRIVIÑO STEPHANY SOFIA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, el trabajo presenta un dominio formal del lenguaje, con expresión clara, coherencia discursiva y solidez interpretativa. Asimismo, garantizando su adecuación a los estándares académicos y formales requeridos.

Por lo expuesto, se expide el presente certificado para que los interesados lo utilicen ante las instancias que correspondan.

Atentamente,



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.
Magister en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a Dios por ser mi guía y mi fortaleza en todo este proceso de aprendizaje por siempre darme las fuerzas necesarias para saber sobrellevar todos los obstáculos y por permitirme seguir adelante.

A mis padres, hermanas y hermano por siempre apoyarme y estar para mí cuando más los necesito, por impulsarme a ser mejor cada día y por su amor incondicional.

A mi novio por siempre estar a mi lado acompañándome en todo este transcurso dándome ánimos y consejos, gracias por su amor y paciencia.

Stefania Joseline Guerrero Carcelén

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por su guía.

A mi esposo, por su amor incondicional y por no dejarme sola.

A mi hijo, por ser el motivo para seguir adelante con su inmenso cariño.

A la familia de mi esposo, por su apoyo; especialmente a mi sobrina Dayana y a mi mamá, por su sacrificio eterno.

Esta tesis es gracias a ustedes.

Vera Triviño Stephany Sofia

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios por haberme brindado sabiduría, entendimiento, paciencia y perseverancia, por ser mi guía constante en cada paso de este camino.

A mis padres, por sus sacrificios, apoyo y amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y siempre creer en mí.

A mis queridas hermanas y hermano, por su comprensión, compañía y palabras de aliento y por ser parte fundamental de mi vida.

A mi novio, por su apoyo y amor constante, por motivarme a no rendirme y por celebrar cada avance conmigo, su compañía ha sido parte esencial en este camino.

Dedico este proyecto a todos ustedes quienes siempre han estado a mi lado dándome su amor y cariño, han sido mi inspiración y motor para alcanzar esta meta tan importante.

Stefania Joseline Guerrero Carcelén

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi esposo, quien es mi mayor fortaleza en cada reto, mi compañero de vida y el que me brinda apoyo sin condiciones. Gracias por tu amor, tu paciencia y por creer en mí incluso cuando tenía dudas.

A mi hijo, quien es la razón de mis esfuerzos y el motor que impulsa cada uno de mis sueños. Tu sonrisa y tu amor han sido la inspiración más grande para no rendirme y seguir adelante.

A ustedes, que son mi todo, les entrego este logro con profundo amor y gratitud.

Vera Triviño Stephany Sofia

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.

DIRECTORA DE CARRERA

f. 

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica, PhD.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Muñoz Bravo Richard Edinson, Mgtr.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Edison Noé Buenaño Buenaño, Mgtr.

DOCENTE UIC

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	ix
DEDICATORIA.....	xi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xiii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLAS DE SÍMBOLOS	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
1.1. Antecedentes investigativos.....	9
1.2. Estado del arte.....	11
1.3. Fundamentos conceptuales	18

xiv

CAPÍTULO II	20
MARCO METODOLÓGICO	20
2.1. Enfoque de investigación	20
2.2. Diseño de investigación	20
2.3. Protocolo de investigación	21
2.4. Censo poblacional	26
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
2.5.1. Métodos de recolección de los datos	27
2.5.2. Técnicas de recolección de los datos	28
2.5.3. Instrumentos de recolección de datos	31
2.6. Variables de estudio	35
2.7. Procedimiento de recolección de datos	36
2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados	37
CAPÍTULO III.....	39
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
3.1. Marco de resultados	39
3.1.1. Descripción de la empresa	39
3.1.2. Validación del instrumento de recolección de datos	41
3.1.3. Recolección de datos	45
3.1.4. Verificación de hipótesis	51
3.2. Diagnóstico de la situación inicial	53
3.2.1. Levantamiento de información	53
3.3. Propuesta.....	80
3.3.1. Título de la propuesta.....	80
3.3.2. Objetivo de la propuesta.....	80
3.3.3. Fundamentación de la propuesta	80
3.3.4. Modelo de gestión logística propuesto	81
3.3.5. Desarrollo de la propuesta.....	81
3.3.6. Modelo matemático propuesto	88
3.3.7. Validación de la propuesta mediante simulación	98
3.3.8. Resumen del modelo matemático	100
3.3.9. Evaluación de la eficiencia operacional de la propuesta.....	102

3.3.10. Análisis comparativo del antes y después	104
3.4. Presupuesto	106
3.5. Marco de discusión	109
3.6. Limitaciones de estudio	111
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS.....	114
ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas de investigación para la revisión sistemática.	12
Tabla 2. Artículos seleccionados.	12
Tabla 3. Enfoques metodológicos.	14
Tabla 4. Técnicas e instrumentos.	14
Tabla 5. Herramientas utilizadas en los artículos.	15
Tabla 6. Distribución de la población de estudio.	26
Tabla 7. Fuentes de evidencia utilizadas en la investigación.	30
Tabla 11. Rangos de confiabilidad Alfa de Cronbach.	33
Tabla 9. Plan de análisis e interpretación de resultados.	38
Tabla 10. Datos generales de la empresa.	40
Tabla 11. Escala de validación para juicios de expertos.	42
Tabla 12. Criterios de selección de expertos.	42
Tabla 13. Criterios de evaluación.	43
Tabla 14. Revisión y validación del instrumento por expertos.	44
Tabla 15. Criterios de validación.	44
Tabla 16. Datos recolectados de la encuesta.	46
Tabla 17. Estadísticos descriptivos del instrumento.	47
Tabla 18. Respuestas del instrumento de recolección de datos.	47
Tabla 19. Estadístico de confiabilidad.	50
Tabla 20. Correlación de variables.	52
Tabla 21. Caracterización del proceso de gestión logística de maniobras marítimas.	57
Tabla 22. Indicadores clave de rendimiento logístico del Terminal Petrolero de La Libertad.	61
Tabla 23. Riesgos operativos y restricciones normativas considerados en el proceso logístico.	63
Tabla 24. Diagrama de flujo de procesos de la gestión logística de maniobras marítimas.	64
Tabla 25. Actividades y tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas.	66

Tabla 26. Recursos involucrados en el proceso de gestión logística de maniobras marítimas.	66
Tabla 27. Parámetros de entrada del modelo de simulación.	67
Tabla 28. Indicadores del proceso actual.	68
Tabla 29. Resultados de la simulación del proceso actual.	70
Tabla 30. Tiempo de permanencia por actividad obtenido en la simulación.	70
Tabla 31. Frecuencia de los problemas identificados en el proceso de gestión de maniobras marítimas.	72
Tabla 32. Parámetros para el cálculo de la eficiencia operacional actual.	78
Tabla 33. Plan de mejora para la programación de maniobras marítimas.	81
Tabla 34. Impacto esperado de la implementación de la programación diaria.	83
Tabla 35. Plan de mejora para la gestión documental.	84
Tabla 36. Impacto esperado de la estandarización documental.	85
Tabla 37. Plan de optimización de recursos operativos.	86
Tabla 38. Beneficios esperados de la optimización de recursos.	87
Tabla 39. Conjuntos del modelo.	89
Tabla 40. Parámetros del modelo.	90
Tabla 41. Tiempo promedio del proceso.	90
Tabla 42. Disponibilidad de recursos considerada en el modelo.	92
Tabla 43. Criterios considerados para el índice de priorización logística.	93
Tabla 44. Etapas de aplicación del modelo matemático.	96
Tabla 45. Resultado de la validación del modelo.	97
Tabla 46. Comparación de indicadores antes y después de la propuesta.	99
Tabla 47. Cálculo de la eficiencia operacional proyectada.	103
Tabla 48. Comparación de indicadores operativos antes y después de la propuesta. ..	105
Tabla 49. Presupuesto para la implementación de la propuesta.	106
Tabla 50. Cálculo del flujo de fondo.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del mapeo sistemático de la literatura.....	11
Figura 2. Porcentaje de artículos publicados según el año.	13
Figura 3. Protocolo de investigación.	17
Figura 4. Protocolo de investigación final.	22
Figura 5. Procedimiento metodológico.....	24
Figura 8. Etapas de la validación.	34
Figura 9. Plan de recolección de datos.	37
Figura 8. Logo de SUINLI.....	39
Figura 9. Localización geográfica de la empresa.	40
Figura 10. Organigrama de SUINLI.	41
Figura 11. Mapa de procesos - SUINLI.....	55
Figura 12. Flujograma de procesos.....	56
Figura 13. Mapa de procesos logísticos actuales (AS-IS) del Terminal Petrolero de La Libertad.	59
Figura 14. Modelo de simulación del proceso actual en FlexSim.	69
Figura 15. Diagrama de Pareto de los problemas identificados en el proceso de gestión de maniobras marítimas.	73
Figura 16. Diagrama de Ishikawa de primer nivel.	74
Figura 17. Diagrama de Pareto de las causas que afectan la eficiencia operacional de las maniobras marítimas.	75
Figura 18. Diagrama de Ishikawa de segundo nivel.	76
Figura 19. Diagrama de Pareto de las causas de las demoras por disponibilidad de la ventana.	76
Figura 20. Modelo de gestión logística propuesto.	79
Figura 21. Flujograma de procedimiento propuesto para la programación diaria de maniobras marítimas.	82
Figura 22. Flujograma de procedimiento propuesto para la gestión documental.	85
Figura 23. Flujograma de procedimiento propuesto para la asignación de recursos operativos.	88

Figura 24. Procedimiento para la aplicación del modelo matemático.....	96
Figura 25. Resultados de la simulación del modelo de gestión logística propuesto en FlexSim.....	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de las variables.....	123
Anexo 2. Cuestionario para la validación por expertos.....	125
Anexo 3. Entrevista semiestructurada.	126
Anexo 4. Instrumento de recolección de datos: encuesta.	127
Anexo 5. Validación por expertos.	128
Anexo 6. Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 1)	129
Anexo 7. Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 2)	130
Anexo 8. Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 3)	131
Anexo 9. Formato F-01. Programación diaria de maniobras marítimas.....	132
Anexo 10. Formato F-02. Lista de verificación documental para solicitudes de maniobra.	132
Anexo 11. Formato F-03. Control de asignación diaria de recursos operativos.	133
Anexo 12. Tabulación de datos en IBM SPSS Statistics.....	133
Anexo 13. Recolección de datos en el campo de estudio.	134

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLAS DE SÍMBOLOS

Abreviatura	Significado
MRP	Planificación de Requerimientos de Materiales.
SMED	Single-Minute Exchange of Die.
OE	Objetivo específico.
MSL	Mapeo sistemático de la literatura.
PI	Pregunta de investigación.
OCF	Oleoducto de crudos pesados.
FEFO	First Expired, First Out.
MILP	Programación Lineal Entera Mixta.
OTIF	Entrega completa y a tiempo.
KPI	Indicador clave de desempeño.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
IBM SPSS	Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales.

“MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL EN EL TERMINAL PETROLERO DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

Autoras: Guerrero Carcelén Stefania Joseline

Vera Triviño Stephany Sofía

Tutor: Ing. Muñoz Bravo Richard Edinson, Mgtr.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia operacional del Terminal Petrolero de La Libertad (SUINLI), provincia de Santa Elena. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con diseño no experimental y alcance descriptivo-propositivo. Para el diagnóstico se emplearon entrevistas, encuestas, observación directa, estudio de tiempos, diagramas ASME, análisis de Pareto, diagramas de Ishikawa, modelado matemático y simulación discreta mediante FlexSim. Los resultados permitieron identificar como principales problemas las esperas por disponibilidad de la ventana operativa, las demoras por documentación incompleta, la limitada disponibilidad de recursos operativos y las deficiencias en la coordinación entre las áreas involucradas en la gestión de maniobras marítimas. Con base en estos hallazgos se diseñó un modelo de gestión logística sustentado en la estandarización de procesos, la programación de maniobras, la optimización de recursos y un modelo matemático para la priorización de solicitudes. La validación mediante simulación demostró que la propuesta incrementó las solicitudes atendidas de tres a seis por jornada operativa, elevando la eficiencia operacional del 30 % al 60 %. Asimismo, se redujeron en un 66,67 % las esperas por documentación, en un 54,17 % la espera por disponibilidad de la ventana operativa, en un 40 % los tiempos de revisión documental y coordinación operativa, y en un 22,22 % el tiempo de ejecución de las maniobras. Se concluye que el modelo propuesto constituye una alternativa técnica viable para optimizar la gestión logística y mejorar el desempeño operacional del terminal, favoreciendo un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles sin requerir ampliaciones de infraestructura.

Palabras clave: *gestión logística, eficiencia operacional, terminal petrolero, gestión por procesos, planificación logística, mejora continua.*

“A LOGISTICS MANAGEMENT MODEL FOR IMPROVING OPERATIONAL EFFICIENCY AT THE LA LIBERTAD OIL TERMINAL, SANTA ELENA PROVINCE”

Authors: Guerrero Carcelén Stefania Joseline

Vera Triviño Stephany Sofía

Tutor: Ing. Muñoz Bravo Richard, Mgtr.

ABSTRACT

This research aimed to propose a logistics management model to improve the operational efficiency of the La Libertad Oil Terminal, located in Santa Elena province, Ecuador. The study followed a quantitative, applied, non-experimental, and descriptive-propositional research design. Data collection included interviews, surveys, direct observation, time studies, ASME process charts, Pareto analysis, Ishikawa diagrams, mathematical modeling, and discrete-event simulation using FlexSim. The diagnosis identified the main operational constraints as waiting times for operational windows, delays caused by incomplete documentation, limited availability of operational resources, and deficiencies in coordination among operational areas involved in maritime maneuver management. Based on these findings, a logistics management model was developed, integrating process standardization, maneuver scheduling, resource optimization, and a mathematical prioritization model. Simulation results showed that the proposed model increased completed requests from three to six per operating day, improving operational efficiency from 30 % to 60 %. In addition, documentation waiting time was reduced by 66,67%, operational window waiting time by 54,17 %, document review and operational coordination by 40 %, and maritime maneuver execution time by 22,22 %. The findings demonstrate that the proposed model is a technically feasible alternative for improving logistics management and operational performance while maximizing the use of available resources without requiring additional physical infrastructure.

Keywords: *logistics management, operational efficiency, oil terminal, process management, logistics planning, continuous improvement.*

INTRODUCCIÓN

A nivel global, la gestión logística se ha consolidado como un componente estratégico para la administración de los procesos logísticos y de las cadenas de suministro, debido a que integra la planificación, coordinación y control de las actividades relacionadas con el flujo de materiales, información y recursos dentro de las organizaciones. Asimismo, mantiene una estrecha relación con áreas como la gestión operativa, la gestión financiera, las tecnologías de la información y el marketing, permitiendo evaluar y optimizar el desempeño de los procesos logísticos mediante indicadores de eficiencia que fortalecen la competitividad empresarial (Melnykova, 2024). En este sentido, investigaciones desarrolladas en empresas industriales evidencian que la digitalización de la cadena de suministro y el incremento de la eficiencia logística influyen positivamente en la competitividad empresarial, favoreciendo una gestión más eficiente de los procesos operacionales (Wang et al., 2025). Como resultado, una adecuada gestión logística contribuye al mejoramiento del desempeño organizacional mediante una administración eficiente de inventarios, almacenes, transporte y distribución física, optimizando la utilización de los recursos disponibles y fortaleciendo la eficiencia operacional de las organizaciones (Adelwini et al., 2023).

En el contexto Hispanoamericano, la gestión logística se ha consolidado como un factor estratégico para fortalecer la competitividad y la eficiencia operacional de las organizaciones, aunque la región aún enfrenta importantes brechas relacionadas con infraestructura, digitalización y desempeño logístico. Un estudio desarrollado en países de Hispanoamericano evidenció que Ecuador ocupó el puesto 113 de 139 economías en el Índice Mundial de Innovación 2025, mientras que la relación entre innovación y desempeño logístico presentó una correlación positiva moderada ($r = 0.55$; $R^2 = 0.30$), confirmando que la mejora de los procesos logísticos contribuye al desarrollo competitivo de las organizaciones (Ayón-Ponce et al., 2026). Además, investigaciones realizadas en Perú demostraron que la implementación de modelos logísticos apoyados en herramientas de ingeniería y simulación permitió alcanzar una probabilidad del 65.9 % de obtener beneficios económicos positivos, evidenciando la viabilidad de estas metodologías para incrementar la eficiencia operativa (Esperme-Villagaray et al., 2025). Según el estudio de Michalski & Montes-Botella (2022), la calidad del servicio logístico indica que dimensiones como la confiabilidad, la seguridad y la tangibilidad influyen positivamente en el desempeño logístico, proporcionando criterios técnicos para

fortalecer la planificación, coordinación y control de las operaciones, así como mejorar las relaciones dentro de la cadena de suministro y la competitividad empresarial.

En Ecuador, la gestión logística representa un aspecto clave para el funcionamiento de las organizaciones, ya que interviene directamente en la manera en que se planifican, coordinan y controlan las actividades relacionadas con la cadena de suministro. Investigaciones realizadas en empresas del país han permitido identificar que problemas asociados con la planificación de rutas, el mantenimiento de los recursos y el seguimiento de las operaciones pueden generar mayores costos logísticos, además de limitar la eficiencia de los procesos y el desempeño económico de las organizaciones (Chusin-Toapanta, 2025). Ante estas situaciones, se han planteado modelos de gestión logística apoyados en metodologías como Supply Chain Operations Reference (SCOR), cuya aplicación facilita la organización y estandarización de los procesos, así como la evaluación del desempeño de la cadena de suministro y un mejor aprovechamiento de los recursos. Los resultados obtenidos muestran un incremento del 72 % en la productividad general, un crecimiento del 74 % en las ventas y una disminución del 11 % en los costos operativos, lo que evidencia el aporte de este tipo de herramientas al mejoramiento del desempeño empresarial (Rosero-Lugmaña & Yapud-Puetate, 2024). Asimismo, la implementación de estrategias de gestión logística orientadas a optimizar los procesos de almacenamiento, distribución y control de las operaciones contribuye al fortalecimiento de la rentabilidad organizacional; en este sentido, investigaciones realizadas en empresas ecuatorianas reportan una Tasa Interna de Retorno del 61 %, evidenciando que una adecuada gestión logística favorece la eficiencia operacional (Salazar-Gaón, 2025).

En la provincia de Santa Elena, lo que respecta a la logística, los mismos factores impulsan el crecimiento de las actividades comerciales e industriales. Las empresas locales enfrentan deficiencias en el abastecimiento, la gestión de inventarios, la adopción de herramientas digitales y falta de distribución. Estas condiciones afectan directamente el desempeño de las operaciones comerciales y, como resultado, pueden tener consecuencias directas en la rentabilidad (Franco-Villón, 2025). Frente a ello, la aplicación de modelos de gestión logística ha permitido evaluar de manera integral los procesos de planificación, abastecimiento, producción y distribución, obteniendo un rendimiento logístico del 86.76 % e identificando oportunidades de mejora que hicieron posible optimizar los costos de distribución en 1.11 %, demostrando la utilidad de estas herramientas para fortalecer el desempeño logístico (Pilco-Chonillo, 2025).

A pesar de los avances reportados en la literatura científica sobre gestión logística y de las diversas metodologías propuestas para optimizar los procesos operacionales, aún persiste un vacío de conocimiento respecto a la aplicación de modelos de gestión logística en instalaciones portuarias y terminales petroleros de la provincia de Santa Elena. En particular, no se identifican estudios orientados al SUINLI que integren el diagnóstico de los procesos logísticos con herramientas de modelado matemático y simulación de procesos para evaluar alternativas de mejora de la eficiencia operacional. La falta de investigaciones específicas en este ámbito reduce la disponibilidad de propuestas técnicas que respondan a las condiciones y necesidades propias del terminal. Por esta razón, resulta pertinente desarrollar el presente estudio, orientado a la propuesta de un modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el SUINLI, provincia de Santa Elena.

Planteamiento del problema

A nivel mundial, la gestión logística enfrenta diferentes desafíos que influyen en el funcionamiento de las cadenas de suministro y en la eficiencia de las operaciones de las organizaciones. Diversos estudios señalan que los principales problemas están relacionados con la gestión de inventarios, la planificación de las operaciones y la capacidad de responder a los cambios del entorno, aspectos que siguen siendo un desafío para los sistemas logísticos actuales (Sánchez-Suárez et al., 2021). En este contexto, la aplicación de herramientas como el control de inventarios, el pronóstico de la demanda, la planificación de requerimientos de materiales (MRP) y la optimización de rutas ha permitido incrementar la eficiencia del control de inventarios en 5.3 %, mejorar la precisión del pronóstico de la demanda en 35.2 %, aumentar la eficiencia del MRP (Material Requirements Planning o planificación de requerimientos de materiales) en 67 %, reducir los kilómetros recorridos en 55 %, disminuir el tiempo de atención por cliente en 20.5 % y reducir los costos logísticos en 11 % (Rodríguez-Gonzabay & Malavé-Malavé, 2025). Aunque la gestión logística ha experimentado importantes avances, aún persisten factores que pueden afectar el desarrollo de las operaciones, entre ellos las interrupciones en la cadena de suministro, las variaciones del mercado y las limitaciones de infraestructura. Estas condiciones pueden ocasionar demoras y disminuir la competitividad empresarial. En este contexto, diversos estudios destacan la importancia de aplicar estrategias preventivas para reducir riesgos y asegurar la continuidad operativa y fortalecer la gestión del cambio (Jarašūnienė & Gelžinis, 2025).

En Hispanoamérica, la gestión logística constituye un factor determinante para la competitividad y el desarrollo económico, al facilitar la planificación, ejecución y control del flujo de bienes, servicios e indagación dentro de las cadenas de suministro. No obstante, el desempeño logístico de la región mantiene un rezago frente a las economías desarrolladas debido a deficiencias en infraestructura, servicios de transporte, facilitación del comercio, digitalización y multimodalidad, situación que limita la productividad y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo regional (Calatayud & Montes, 2021). Como respuesta a estas problemáticas, diversos estudios han demostrado que la ejecución de habilidades logísticas especializadas consiente mejorar significativamente la eficiencia operacional; por ejemplo, en México, el análisis de 234 operaciones reales de comercio exterior evidenció que la intervención de operadores logísticos especializados permitió reducir los tiempos de las operaciones entre 1 y 6 días y disminuir los costos logísticos entre 500 y 750 dólares por operación, fortaleciendo la competitividad empresarial (Amador-Ortiz et al., 2026). En este contexto, la gestión logística se convierte en un elemento importante para mejorar el funcionamiento de las organizaciones y apoyar sus procesos de crecimiento hacia nuevos mercados. Una adecuada coordinación de las actividades logísticas permite optimizar los procesos internos y, de acuerdo con diversos estudios, contribuye al fortalecimiento de la competitividad empresarial y al desarrollo de estrategias de internacionalización en las empresas (Chirinos-Quintero & Bermúdez-Gómez, 2024).

En Ecuador, las empresas deben afrontar diferentes dificultades relacionadas con la coordinación del transporte, la distribución de mercancías y la organización de las operaciones. Esta situación adquiere mayor complejidad en los espacios urbanos, donde el incremento de la demanda de bienes y servicios exige una mayor capacidad de respuesta logística. Como consecuencia, pueden presentarse retrasos en las entregas, afectaciones en la calidad del servicio y una menor satisfacción de los clientes, aspectos que repercuten en la eficiencia de las operaciones y en la competitividad de las organizaciones (Hinojosa-Pacheco et al., 2022). De igual manera, estudios realizados en empresas ecuatorianas han evidenciado problemas vinculados con el manejo de inventarios, el transporte, el almacenamiento y el uso de tecnología. No obstante, la aplicación de modelos enfocados en la previsión de la demanda y en la optimización de la cadena de suministro ha contribuido a mejorar la planificación de las operaciones logísticas (Torres-Zambrano, 2024). En este contexto, la implementación de herramientas

de mejora orientadas a optimizar los procesos logísticos ha demostrado resultados favorables; por ejemplo, la aplicación de la metodología SMED logró reducir el tiempo de preparación de 4,10 a 2,34 horas, equivalente a una disminución del 42 %, recuperar la inversión en un mes y reducir la carga laboral en 42 %, evidenciando que la optimización de los procesos logísticos contribuye significativamente al incremento de la eficiencia operacional y la productividad empresarial (Bastidas-Satian & Villalva-Baidal, 2021).

En la provincia de Santa Elena, las operaciones de transporte marítimo, almacenamiento y despacho de hidrocarburos requieren una gestión logística eficiente que permita mantener la continuidad de las operaciones, utilizar eficientemente los recursos y cumplir con los estándares de seguridad y servicio. En este contexto, SUINLI coordina las maniobras de arribo, atraque, carga, descarga y zarpe de buques, siendo un actor fundamental para el desarrollo de la logística hidrocarburífera del país. Pese a esta posición clave, el diagnóstico operativo detectó cuellos de botella claros: planificación deficiente de maniobras y demoras en la validación documental.

Formulación del problema de investigación.

Dado lo expuesto, surge la necesidad de responder la siguiente interrogante central:

¿Cómo la propuesta de un modelo de gestión logística incide en la mejora la eficiencia operacional del SUINLI, provincia de Santa Elena?

Alcance de la investigación

La presente investigación se desarrolló en SUINLI, ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador. El estudio se enfocó en el área de operaciones, debido a que esta unidad tiene a su cargo la planificación, coordinación, autorización, ejecución y seguimiento de las maniobras marítimas necesarias para la atención de buques petroleros nacionales e internacionales. Esta área fue seleccionada por su importancia en las actividades del terminal por su relación directa con el desempeño de las operaciones ya que concentra los procesos fundamentales.

El estudio comprendió un diagnóstico de la gestión logística, mediante el análisis de los procesos de planificación y ejecución de las maniobras marítimas. Para obtener la información se revisaron registros operacionales y documentos internos, además de

aplicar los instrumentos de recolección de datos al área de operaciones de SUINLI. Este análisis permitió detectar deficiencias en la programación de maniobras, el flujo de información y la asignación de recursos.

Con base en estos resultados, se diseñó un modelo de gestión logística sustentado en un modelo matemático y en la simulación de procesos. La propuesta permitió evaluar las mejoras planteadas mediante un escenario simulado y compararlo con la situación actual para estimar su impacto en la eficiencia operacional de SUINLI. La validación se realizó en un entorno de simulación, sin interferir con las operaciones normales del terminal.

Justificación de la investigación

La investigación se llevó a cabo debido a la importancia que tiene la gestión logística en el desarrollo de las operaciones del terminal. Para ello, se planteó un modelo de gestión orientado a fortalecer la planificación, la coordinación y el control de los procesos, además de favorecer un mejor aprovechamiento de los recursos y apoyar la toma de decisiones. Con su aplicación se espera mejorar la eficiencia operacional y fortalecer la competitividad de la organización (Garfias-Sánchez et al., 2024). Igualmente, diversos estudios evidencian que la aplicación de modelos logísticos en pequeñas y medianas empresas favorece la mejora de procesos relacionados con el abastecimiento, almacenamiento, transporte, compras, productividad y servicio al cliente, incrementando su competitividad y desempeño organizacional (Carrillo-Reyes et al., 2021). En este contexto, la presente investigación cobra relevancia al proponer un modelo de gestión logística para SUINLI, con la finalidad de fortalecer la planificación y coordinación de las maniobras marítimas, optimizar la utilización de los recursos disponibles y contribuir a la mejora de la eficiencia operacional del terminal, favoreciendo el cumplimiento oportuno de las operaciones y la satisfacción de las necesidades institucionales (García, 2021).

La originalidad de la presente investigación radica en el desarrollo de un modelo de gestión logística orientado específicamente a mejorar la eficiencia operacional en el proceso de gestión de maniobras marítimas de SUINLI. La literatura evidencia que la evolución de la gestión logística y la optimización de sus procesos constituyen elementos relevantes para mejorar la eficiencia de las operaciones y el aprovechamiento de los recursos (Calva-Jiménez et al., 2024). Asimismo, la aplicación de herramientas de

optimización y tecnologías de apoyo permite analizar los procesos logísticos, identificar ineficiencias y establecer alternativas para mejorar su desempeño (Nguyen et al., 2025). De igual manera, estudios desarrollados en el sector de distribución de combustibles han demostrado la existencia de una relación significativa entre la gestión logística y el desempeño de las operaciones (Mamani-Huillca et al., 2026).

La trascendencia de la presente investigación se fundamenta en la importancia de la gestión logística como elemento determinante para mejorar el desempeño de las organizaciones, debido a que sus deficiencias pueden afectar la calidad y continuidad de los servicios ofrecidos (Vera-Aspiazú, 2025). También, la optimización de los procesos logísticos mediante la planificación, el análisis de las actividades y la incorporación de prácticas orientadas a mejorar su funcionamiento permite fortalecer el desempeño de las operaciones y responder de manera más eficiente a las necesidades del entorno (Cañedo-González & Garizurieta-Bernabé, 2024). En este sentido, una adecuada gestión logística trasciende el ámbito operativo al contribuir al mejor aprovechamiento de los recursos, mejorar el control de los procesos y favorecer resultados organizacionales más eficientes Paricahua-Laura (2022), por lo que su aplicación en el SUINLI representa un aporte relevante para fortalecer la gestión de las maniobras marítimas y la eficiencia operacional.

La viabilidad del estudio descansa en tres pilares: acceso a la información operativa del SUINLI, apertura del personal clave y disponibilidad de herramientas técnicas para el modelado. El respaldo teórico y práctico es claro. Diversas investigaciones demuestran que reestructurar la cadena de suministro optimiza el uso de recursos y recorta tiempos muertos (Manzaba-García & Zea-Barahona, 2023). En el ámbito industrial, por ejemplo, aplicar un modelo logístico elevó la eficiencia de una embotelladora del 86.15 % al 94.27 %, lo que representa una mejora operativa del 9.42 % (Pérez-Calvay & Fernández-Vallejos, 2023).

La Superintendencia y el equipo operativo del terminal son los beneficiarios directos del proyecto. El modelo de gestión proporciona a la institución una herramienta para planificar, coordinar y controlar las operaciones de forma más organizada. Su aplicación permite fortalecer la eficiencia operacional y apoyar la toma de decisiones, además puede servir como referencia para otras organizaciones del sector logístico portuario que busquen mejorar sus procesos de gestión. De igual manera, la investigación aportará información de utilidad para la comunidad académica y para futuros estudios relacionados con la gestión logística.

Preguntas Directrices

¿Qué fundamentos teóricos sobre gestión logística y eficiencia operacional sustentan la investigación?

¿Cuál es la situación actual de las operaciones en el SUINLI a partir del diagnóstico realizado metodológicamente?

¿Qué componentes debe integrar un modelo de gestión logística para mejorar la planificación, coordinación y control de las operaciones portuarias?

OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer un modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el SUINLI, provincia de Santa Elena.

Objetivos específicos

OE1. Analizar el marco teórico mediante un mapeo sistemático de la literatura (MSL), relacionado con las variables gestión logística y eficiencia operacional.

OE2. Determinar el marco metodológico mediante la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos para el diagnóstico de la situación actual de la gestión logística y la eficiencia operacional del SUINLI.

OE3. Establecer una propuesta de modelo de gestión logística mediante herramientas de modelado matemático y simulación de procesos orientada a la mejora de la eficiencia operacional de la empresa.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Toro-Silva (2025) desarrolló una investigación en Lima, Perú, con el propósito de diseñar un modelo de gestión logística que permitiera mejorar la productividad de una empresa de servicios generales. El estudio fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño no experimental. La información fue recopilada mediante una entrevista realizada al jefe de logística, la cual permitió conocer y analizar el estado de los procesos logísticos de la organización. Los resultados del estudio permitieron detectar deficiencias en la gestión de proveedores, la ejecución de las actividades logísticas y el manejo de inventarios, debido principalmente a la falta de lineamientos establecidos para su control. Ante esta situación, la propuesta planteó cuatro acciones de mejora: valoración de proveedores, incorporación de un sistema Kardex para el seguimiento de inventarios, estandarización de los procesos y uso de la metodología Kanban en el área de compra. Los resultados no se hicieron esperar, la producción pasó de 0.56 a 0.82 un salto considerable. Además, se logró un ratio beneficio-costos de USD 1.59 (retorno neto de USD 0.59 por dólar invertido). Con estos datos sobre la mesa, el autor concluye que aplicar un modelo de gestión logística no solo fortalece el control de los procesos, sino que también aporta de forma significativa al crecimiento de la productividad empresarial.

Además, Al-Ababneh et al., (2025) tuvieron como objetivo analizar el impacto de la transformación digital en la gestión de la cadena de suministro con el propósito de mejorar la eficiencia logística y fortalecer la competitividad empresarial. El análisis del desempeño logístico en gigantes globales como Amazon, Walmart y DHL permitió evaluar sus procesos e integrar escenarios predictivos para la toma de decisiones estratégicas. La adopción de herramientas digitales redujo los tiempos de almacenamiento entre un 30 % y un 40 %, elevó la precisión de inventarios al 99 % y recortó los costos de entrega entre un 25 % y un 40 %. Los hallazgos confirman que la transformación digital impulsa la agilidad operativa, reduce costos y fortalece la capacidad de respuesta frente a la volatilidad del mercado.

De manera similar, Gamarra et al., (2024) tuvieron como objetivo desarrollar una metodología que integrara el modelado de centros de distribución mediante simulación y un algoritmo de optimización para mejorar la eficiencia operativa del proceso de preparación de pedidos en empresas con una amplia diversidad de productos. Para el desarrollo del estudio se aplicó una metodología de simulación en centros de distribución, complementada con el algoritmo de recocido simulado (Simulated Annealing), con el propósito de optimizar las rutas de recolección de productos y reducir los desplazamientos del personal operativo. La integración de estas herramientas permitió disminuir en un 7 % la distancia recorrida durante las actividades de picking, generando una reducción en los costos operativos.

En esta misma línea, Ueno & Hirata (2024) exploraron, en una investigación relacionada, distintas alternativas para mejorar las operaciones de almacén y así contribuir al desempeño de la industria logística frente a los problemas que trae consigo la escasez de personal. Para ello, desarrollaron un método de optimización destinado a organizar las actividades de un número limitado de trabajadores o robots encargados del picking, tomando en cuenta situaciones como modificaciones inesperadas en las órdenes de preparación, obstrucciones en los pasillos, restricciones de capacidad de almacenamiento y disponibilidad del personal. Para minar las distancias en la recolección, se utilizó el solucionador Gurobi. El modelo optimizó las rutas de picking a través de tres escenarios distintos, alcanzando un incremento del 31 % en la eficiencia operacional tras reducir de forma drástica el recorrido de los operarios.

Finalmente, Rosas-Condor (2021) plantearon la implementación de un modelo basado en herramientas de Lean Logistics con el propósito de mejorar el desempeño del área logística de la empresa BBA PACK. Para identificar las principales fallas operativas se utilizaron herramientas como diagramas de flujo, análisis de Pareto, lluvia de ideas, estudio del layout y mapa de flujo de valor (VSM). El diagnóstico evidenció la presencia de sobre costos asociados a la ausencia de pronósticos de demanda, deficiencias en el control de inventarios y una planificación inadecuada del transporte. A partir de estos resultados, se planteó un modelo logístico basado en la metodología 5S, el VSM, la reorganización del almacén y el uso de indicadores de gestión. Como resultado, el tiempo de ciclo se redujo de 16.74 a 6.85 días, aumentaron la capacidad de almacenamiento un 31 % y generaron un ahorro neto de S/ 29 182.65 (beneficio-costos de 2.7), confirmando la efectividad de la filosofía Lean en la eliminación de desperdicios.

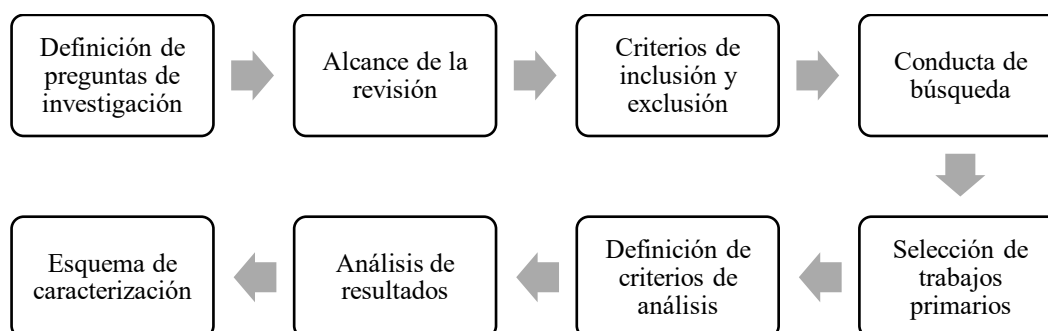
1.2. Estado del arte

El presente estado del arte se desarrolló mediante la metodología de MSL, la cual permitió identificar, organizar y sintetizar la evidencia científica relacionada con la gestión logística y su influencia en la eficiencia operacional. Esta metodología facilitó la recopilación de información proveniente de publicaciones científicas indexadas, permitiendo conocer el estado actual del conocimiento, las principales tendencias de investigación y los enfoques utilizados para el análisis de las variables objeto de estudio.

Asimismo, Muyulema-Allaica & Tapias-Molina (2024) señalan que el mapeo sistemático de la literatura contribuye a la construcción del estado del arte al sintetizar los aportes de investigaciones previas y evidenciar las principales líneas de desarrollo de un tema de investigación. En este estudio se establecieron etapas secuenciales de búsqueda, selección, clasificación y análisis de la literatura científica, cuyos resultados permitieron identificar las tendencias, metodologías y aportes más relevantes relacionados con la gestión logística y la eficiencia operacional. El procedimiento metodológico aplicado para el desarrollo del estado del arte se presenta en la Figura 1.

Figura 1.

Etapas del mapeo sistemático de la literatura.



Nota. Elaborado por las autoras basado en Muyulema-Allaica & Tapias-Molina (2024).

En la Tabla 1 se recogen las preguntas de investigación que guiaron la revisión sistemática de literatura. Estas preguntas fueron las que marcaron el rumbo de la búsqueda y la selección de documentos, lo que hizo posible rastrear cómo ha evolucionado el concepto dentro del área, revisar las metodologías usadas en el estado del arte y mapear los modelos de gestión que más impacto han tenido en el desempeño operativo.

Tabla 1.

Preguntas de investigación para la revisión sistemática.

Código	Pregunta de investigación
PI1	¿Cómo se ha desarrollado y estructurado el conocimiento científico relacionado con la gestión logística y la eficiencia operacional?
PI2	¿Cuáles son los principales enfoques metodológicos empleados en los estudios de gestión logística orientados al mejoramiento de la eficiencia operacional?
PI3	¿Qué herramientas pueden incorporarse en el diseño de un modelo de gestión logística para contribuir al mejoramiento de la eficiencia operacional?

Nota. Elaborado por las autoras.

Una vez aplicada la estrategia de búsqueda y los criterios de inclusión y exclusión establecidos, se seleccionaron 26 artículos científicos considerados pertinentes para el desarrollo del estado del arte. Del total de trabajos seleccionados, 19 artículos provinieron de la base de datos Scopus, mientras que 7 correspondieron a Web of Science. Los estudios seleccionados constituyeron la base documental para analizar enfoques, metodologías y resultados de la literatura científica.

Tabla 2.

Artículos seleccionados.

Base de datos	Artículos seleccionados	Porcentaje
Scopus	19	73,08 %
Web of Science	7	26,92 %
Total	26	100 %

Nota. Elaborado por las autoras.

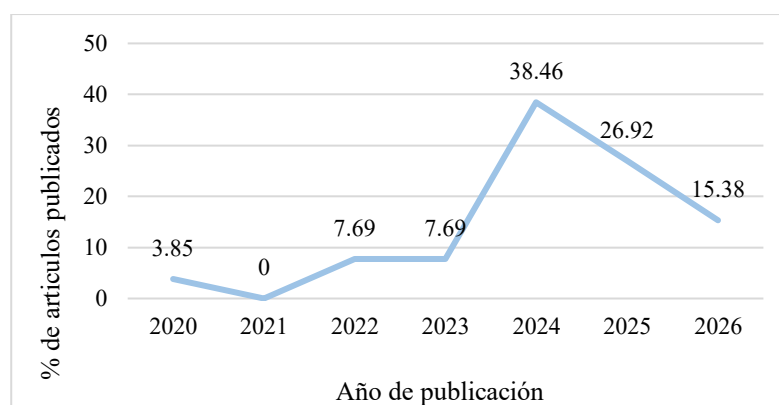
En la Tabla 4 se detalla la selección de trabajos primarios, donde se consolidan los 26 artículos científicos que superaron todos los filtros de calidad y pertinencia establecidos anteriormente. Esta tabla revela que el sustento teórico del modelo tiene una base científica robusta, con un predominio del 73,08 % de la información proveniente de Scopus (19 artículos) y un 26,92 % de Web of Science (7 artículos), asegurando así el uso de literatura. Para mapear la estructura del conocimiento en la literatura seleccionada, se ejecutó un análisis bibliométrico siguiendo la metodología de Reyes-Soriano et al. (2022).

PI1. ¿Cómo ha evolucionado la literatura científica sobre la gestión logística y la eficiencia operacional?

Igualmente, este análisis permitió dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas y comprender la evolución de la producción científica relacionada con la gestión logística y la eficiencia operacional, se analizó la distribución de los 26 artículos científicos seleccionados según el año de publicación. Este análisis permitió determinar el comportamiento temporal de las investigaciones y establecer los períodos en los que se evidenció un mayor interés científico por la temática estudiada y facilitó la identificación de tendencias de investigación presentados en la Figura 2.

Figura 2.

Porcentaje de artículos publicados según el año.



Nota. Elaborado por las autoras.

La producción científica se concentró predominantemente en el trienio 2024-2026, periodo que concentró el 80.76 % del corpus analizado. En 2024 se registró el pico de publicaciones, con 10 artículos (38.46 %), le siguió 2025 con 7 (26.92 %) y luego 2026 con 4 (15.38 %). Esta tendencia confirma la expansión del interés académico por la optimización logística. Dicha expansión responde, en buena medida, a la acelerada adopción de tecnologías digitales.

PI2. ¿Qué enfoques metodológicos predominan en las investigaciones sobre gestión logística y eficiencia operacional?

El análisis metodológico de los 26 permitió clasificar las principales herramientas y enfoques utilizados para investigar la gestión logística y su relación con la eficiencia operacional. Esta sistematización identificó las metodologías dominantes y las tendencias procedimentales en la literatura reciente.

Tabla 3.*Enfoques metodológicos.*

Enfoque	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cuantitativo	16	61,54
Cualitativo	5	19,23
Mixto (Combinado)	5	19,23
Total	26	100,00

Nota. Elaborado por las autoras.

La Tabla 3 confirma el dominio del enfoque cuantitativo (61,54 %), respaldado en mediciones numéricas para evaluar el desempeño logístico. Por su parte, las aproximaciones cualitativa y mixta representaron el 19,23 % cada una. A continuación, la Tabla 4 detalla las herramientas de recolección de datos según el enfoque de estudio: los trabajos cuantitativos recurrieron prioritariamente a modelación matemática y simulación, mientras que las investigaciones cualitativas emplearon entrevistas estructuradas y revisión documental para analizar aspectos normativos y conductuales.

Tabla 4.*Técnicas e instrumentos.*

Enfoque	Técnica de recolección de datos	Instrumento / fuente de información	Aplicación
Cuantitativo	Análisis de datos operacionales	Bases de datos, registros históricos, datos logísticos y operativos	Evaluación de tiempos, costos, rutas, recursos y desempeño operacional
Cuantitativo	Modelamiento matemático	Modelos de optimización (MILP, programación lineal y modelos matemáticos)	Optimización de recursos, planificación logística y apoyo a la toma de decisiones
Cuantitativo	Análisis de escenarios	Software de simulación y modelos computacionales	Evaluación de escenarios, identificación de restricciones y mejora de procesos
Cuantitativo	Indicadores de desempeño	KPI, OTIF y métricas operacionales	Medición de eficiencia, productividad y cumplimiento operacional

Cualitativo	Entrevista	Guía de entrevista dirigida a expertos o responsables del proceso	Identificación de factores críticos, problemas y oportunidades de mejora
Cualitativo	Análisis documental	Documentos, reportes técnicos, procedimientos y registros	Análisis de información organizacional y caracterización de procesos
Mixto	Encuesta	Cuestionario estructurado	Evaluación de percepciones relacionadas con la gestión logística y eficiencia operacional

Nota. Elaborado por las autoras.

PI3. ¿Qué herramientas son necesarias para diseñar un modelo de gestión logística que contribuya a mejorar la eficiencia operacional?

En la Tabla 5 se sintetizan las herramientas operativas identificadas en la literatura. Su sistematización permite mapear los recursos utilizados para articular la planificación, la coordinación de flujos y el control de los procesos logísticos como se indica a continuación.

Tabla 5.

Herramientas utilizadas en los artículos.

Herramienta	Frecuencia	Porcentaje (%)	Contribución
Modelos de optimización matemática	8	30,77	Aplican algoritmos como Simplex, MILP, k-means y modelos de Machine Learning para optimizar rutas, proveedores y gestión de riesgos.
Simulación de procesos	5	19,23	Emplean software como FlexSim y modelado de escenarios predictivos para optimizar la ubicación de almacenes y responder a bloqueos en tiempo real.
Marco de procesos	5	19,23	Proporcionan estructuras lógicas como el Marco de las 7Vs, procesos sincronizados (takted) y estrategias de adopción tecnológica.
Indicadores clave de desempeño (KPI)	3	11,54	Validan la eficiencia mediante métricas como el modelo OTIF, la reducción de costos y la eficiencia ambiental (CO2).

Tecnologías digitales	3	11,54	Implementan hardware como RFID e infraestructura de transporte para fortalecer la trazabilidad y reducir retrasos operativos.
Sistemas de información logística	1	3,85	Facilitan la integración segura de datos mediante tecnologías de Blockchain y protocolos criptográficos para el intercambio de información.
Diagramas de procesos	1	3,85	Visualizan los flujos de datos para identificar desperdicios (wastes) y proponer trayectorias de mejora en la logística interna.

Nota. Elaborado por las autoras.

Se determinó que las herramientas más utilizadas son los modelos de optimización (30,77 %) y softwares de simulación (19,23 %), debido a su aporte en la mejora de procesos y toma de decisiones. El uso de marco de procesos (19,23 %) asegura la estandarización y reducción de desperdicios en la logística, los KPI y tecnologías digitales (11,54 % cada uno) facilitaron el seguimiento y análisis del desempeño operacional. Finalmente, marco de procesos y los sistemas de información logística (3.85 % cada uno) apoyaron la mejora continua y coordinación operativa.

Esquema de caracterización

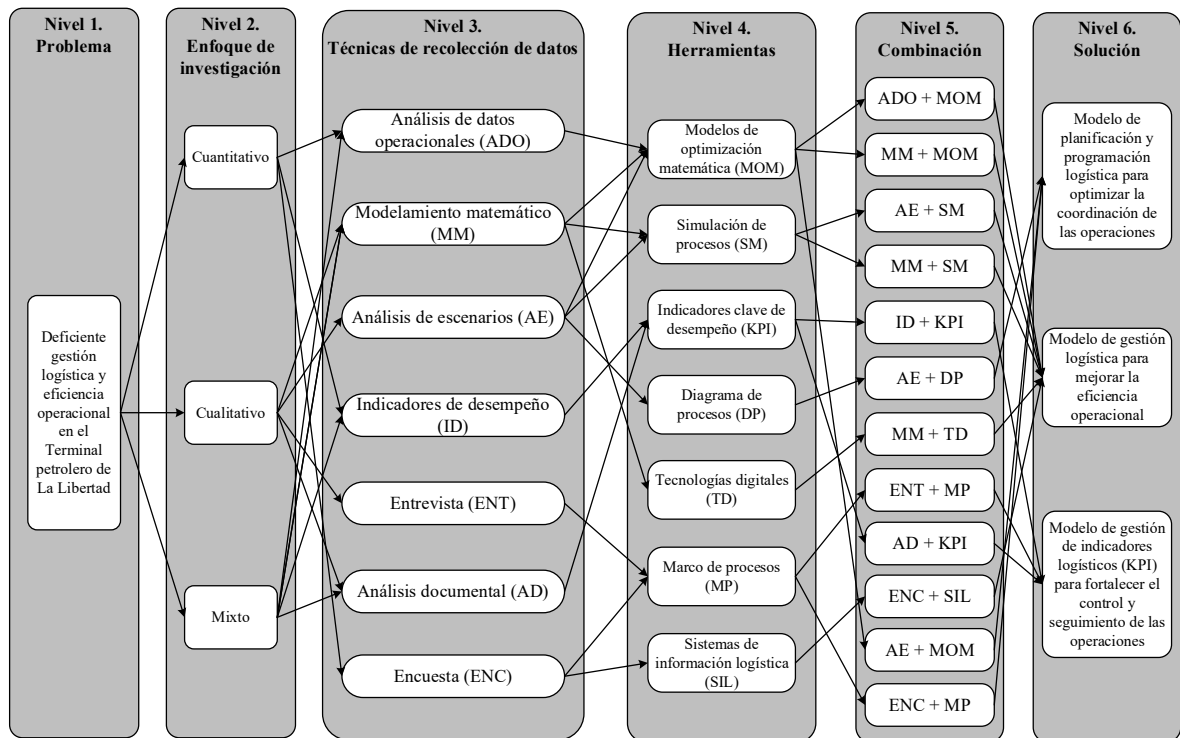
El fortalecimiento de la eficiencia operacional en el sector petrolero demanda metodologías adaptadas a la complejidad de los flujos logísticos. El análisis del estado del arte (2020-2026) confirma la primacía del enfoque cuantitativo (61,54 %), centrado en modelos estadísticos y métricas para evaluar el desempeño operacional. Por su parte, las técnicas cualitativas, permitieron identificar limitaciones y caracterizar los procesos, aportando información para la posterior aplicación de métodos cuantitativos.

Protocolo de investigación

Con base a los resultados de la revisión científica, se elaboró la caracterización del esquema para organizar los principales elementos identificados. Esta etapa permitió relacionar las publicaciones, metodologías y herramientas aplicadas a la gestión logística y la eficiencia operacional. A partir de este análisis, se integraron los principales aportes identificados en la literatura, estableciendo una base teórica y metodológica para el diseño del modelo de gestión logística propuesto, orientado a mejorar la eficiencia operacional de SUINLI. A continuación, en la Figura 3 se muestra el protocolo de investigación.

Figura 3.

Protocolo de investigación.



Nota. Elaborado por las autoras.

La metodología se estructura en seis niveles: problema, donde se identifica la deficiente gestión logística y la baja eficiencia operacional del SUINLI, evidenciadas en dificultades de planificación, coordinación de recursos y tiempos improductivos; enfoque de investigación, que integra los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto para analizar el desempeño y comprender las causas de las deficiencias; técnicas de recolección de datos, que comprenden el análisis de datos operacionales, modelamiento matemático, análisis de escenarios, KPI, entrevistas, revisión documental y encuestas; herramientas, que incluyen modelos de optimización, simulación de procesos, indicadores de desempeño, diagramas y mapeo de procesos, tecnologías digitales y sistemas de información logística; combinación, mediante la integración de los datos y técnicas de análisis para evaluar y seleccionar las alternativas con mayor impacto; y solución, donde se plantean tres alternativas: un modelo de planificación y programación logística, un modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia operacional y un modelo de gestión de indicadores logísticos (KPI), seleccionándose finalmente el modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia operacional, por integrar la planificación, coordinación, seguimiento y mejora continua de las operaciones del SUINLI.

Discusión

El protocolo de investigación permitió mantener la relación entre el problema, la metodología, las técnicas de recolección y la propuesta de mejora. Esta trazabilidad fortaleció la coherencia del estudio, conectando el diagnóstico con el modelo de gestión logística y respaldando los resultados mediante datos cualitativos y cuantitativos.

Además, la aplicación de distintas técnicas de recolección de datos junto con herramientas de ingeniería industrial permitió identificar las principales causas que afectaban la eficiencia operacional de SUINLI. El estudio de tiempos, los diagramas de procesos, el análisis de Pareto y el diagrama de Ishikawa facilitaron el análisis de la información y sirvieron como base para plantear la propuesta de mejora. De igual manera, el modelo matemático permitió representar el funcionamiento del proceso y evaluar alternativas de optimización de acuerdo con las condiciones reales del terminal.

En síntesis, la metodología aplicada permitió formular una propuesta orientada a solucionar las dificultades identificadas en el diagnóstico. El modelo de gestión logística integra la planificación de maniobras, la optimización de recursos, la estandarización de procesos y el control mediante indicadores, contribuyendo al fortalecimiento de la eficiencia operacional del terminal. Además, el protocolo de investigación facilitó el desarrollo ordenado del estudio, manteniendo coherencia entre el problema, la metodología y la solución propuesta.

1.3. Fundamentos conceptuales

Gestión logística: comprende la planificación, organización, ejecución y control del flujo de materiales, información y recursos desde el origen hasta el destino, con el propósito de satisfacer los requerimientos operacionales de manera eficiente. Su correcta ejecución optimiza los flujos operativos, reduce costos y tiempos de ciclo, y articula las actividades logísticas con las metas estratégicas de la organización (Calva-Jimenez et al., 2024).

Eficiencia operacional: capacidad organizacional para maximizar el rendimiento de los recursos disponibles, contrayendo tiempos, costos y desperdicios sin comprometer la calidad ni los estándares de seguridad (Pérez-Calvay & Fernández-Vallejos, 2023).

Planificación operativa: estructuración y coordinación de las tareas requeridas para garantizar la continuidad y fluidez de las operaciones logísticas. En el contexto portuario, permite programar las maniobras, verificar la disponibilidad de los recursos requeridos y establecer una secuencia adecuada de actividades, favoreciendo una mejor ejecución de las operaciones y ayudando a reducir los tiempos de espera.

Modelos de optimización: son herramientas analíticas que permiten representar mediante modelos matemáticos el funcionamiento de un sistema logístico, con la finalidad de estudiar su comportamiento, comparar diferentes escenarios y determinar la alternativa que ofrezca mejores resultados (Arias-Collaguazo et al., 2021). Su utilización facilita el proceso de toma de decisiones, puesto que permite analizar diferentes opciones de mejora, disminuir la incertidumbre y lograr una asignación más eficiente de los recursos disponibles.

Control documental: comprende las actividades relacionadas con la revisión, comprobación y validación de la documentación necesaria para llevar a cabo las operaciones portuarias. Su correcta aplicación permite verificar que los documentos requeridos estén completos y disponibles en el momento oportuno, disminuyendo la posibilidad de observaciones o retrasos que puedan afectar el desarrollo de las maniobras y la programación del terminal (Paz-Enrique, 2025).

Simulación de procesos: es una herramienta utilizada para representar el comportamiento de las operaciones logísticas mediante modelos que reproducen, de manera aproximada, el funcionamiento del sistema. Su aplicación permite probar diferentes escenarios, reconocer posibles inefficiencias y valorar alternativas de mejora antes de realizar modificaciones en las operaciones reales, contribuyendo de esta manera al fortalecimiento de la eficiencia operacional (Morales-Villegas et al., 2024).

Indicadores de desempeño (KPI): constituyen medidas cuantificables que permiten determinar el grado de cumplimiento de los objetivos y conocer el comportamiento de los procesos de una organización. Estos indicadores proporcionan información sobre aspectos como los tiempos de operación, la productividad, el aprovechamiento de los recursos y el cumplimiento de las actividades (Murillo-Valverde et al., 2024). Su utilización permite realizar un seguimiento constante de los resultados, detectar desviaciones y reconocer oportunidades de mejora.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación se entiende como el proceso mediante el cual se orienta, estructura y organiza el abordaje de un problema identificado en una población específica, con el propósito de responder una pregunta de investigación que contribuya a generar conocimiento y cubrir un vacío existente en el tema de estudio (Acosta-Faneite, 2023). El enfoque mixto permite combinar información cuantitativa y cualitativa, integrando la medición de variables con el análisis de las situaciones que ocurren dentro de las organizaciones. Esta combinación facilita una comprensión más completa del problema estudiado y permite analizar la investigación desde diferentes perspectivas (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). Por otro lado, el método deductivo se basa en fundamentos teóricos y evidencia científica para estudiar situaciones específicas, permitiendo obtener conclusiones y plantear alternativas de mejora respaldadas desde un enfoque técnico y metodológico.

Por lo tanto, la presente investigación adopta un enfoque mixto y el método deductivo, sustentados en el protocolo metodológico descrito en la sección 1.2. El diagnóstico logístico de SUINLI se desarrolla mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas, revisión documental y análisis de información operativa. Los datos obtenidos son evaluados mediante herramientas como modelado matemático, simulación, diagramación de procesos e indicadores de desempeño, permitiendo fundamentar el diseño de un modelo de gestión orientado a mejorar la eficiencia operacional. Este enfoque proporciona resultados confiables para respaldar la propuesta de mejora y fortalecer la planificación, coordinación y control de las operaciones logísticas.

2.2. Diseño de investigación

Una vez definido el enfoque de investigación, fue necesario establecer el diseño metodológico que orientó el desarrollo del estudio. Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, (2018) señalaron que el diseño de investigación constituye el plan general que guía la obtención y el análisis de la información para responder al problema planteado. De manera general, los diseños de investigación se clasifican en experimentales, cuasiexperimentales y no experimentales. Los estudios experimentales implican la

manipulación deliberada de las variables para evaluar sus efectos; los cuasiexperimentales presentan una manipulación parcial; mientras que los no experimentales analizan los fenómenos tal como suceden en su contexto nativo, sin intervenir sobre las variables de estudio el cual se adoptó un diseño no experimental, debido a que la información fue obtenida mediante la observación, recopilación y análisis de los procesos logísticos desarrollados en el SUINLI, sin manipular deliberadamente las variables de estudio.

Asimismo, el estudio presentó un diseño de corte transversal, debido a que la recopilación de la información se realizó durante un periodo determinado, permitiendo obtener una caracterización del estado actual de los procesos logísticos y operacionales del terminal (Manterola et al., 2023). La aplicación de este diseño permitió identificar las principales deficiencias relacionadas con la planificación de maniobras, disponibilidad de recursos, tiempos de espera y coordinación operativa, proporcionando información necesaria para el desarrollo y validación del modelo de gestión logística propuesto.

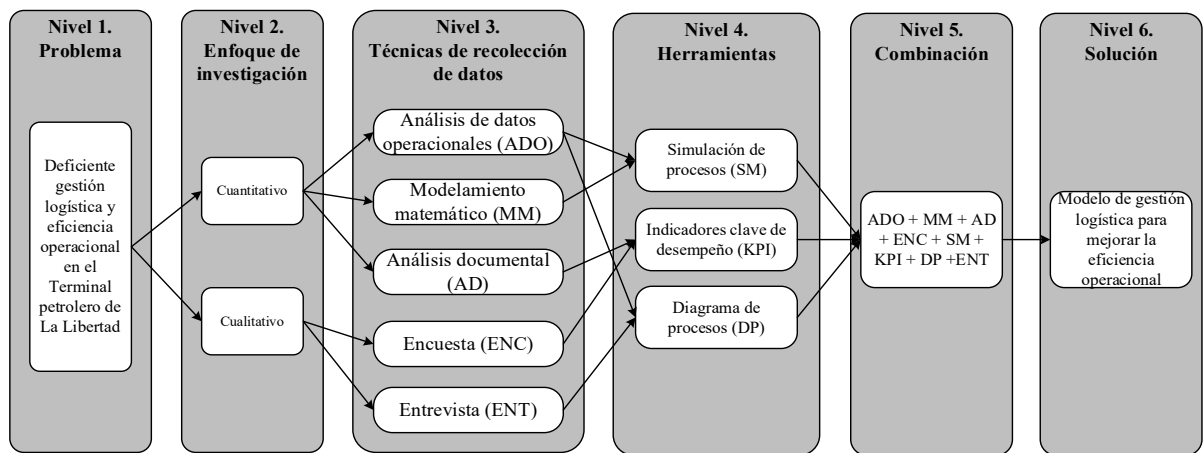
2.3. Protocolo de investigación

Con base en los aspectos metodológicos definidos previamente, se estructuró el protocolo metodológico final que orientó el desarrollo de la presente investigación. Su elaboración se fundamentó en la revisión sistemática de la literatura presentada en el capítulo I, sección 1.2, donde se analizaron los enfoques metodológicos, técnicas de recolección de datos y herramientas empleadas en investigaciones relacionadas con la gestión logística y la eficiencia operacional.

Como resultado de esta fundamentación teórica y metodológica, la Figura 4 ilustra detalladamente el protocolo metodológico final. Este esquema organiza de forma lógica y secuencial cada uno de los niveles esenciales del estudio: la delimitación del problema de investigación, la definición del enfoque metodológico, la selección de técnicas de recolección de datos, la determinación de herramientas de análisis, la fase de integración metodológica y, finalmente, el planteamiento de la solución propuesta. Esta sólida estructura no solo guio paso a paso el desarrollo metodológico de la investigación, sino que también constituyó la base fundamental para el posterior diseño del modelo de gestión logística, cuyo propósito central es optimizar y mejorar de manera significativa la eficiencia operacional de la empresa SUINLI.

Figura 4.

Protocolo de investigación final.



Nota. Elaborado por las autoras.

Nivel 1. Problema

En este nivel se identifica la problemática central de la investigación, correspondiente a la deficiente gestión logística y la baja eficiencia operacional en SUINLI. Este problema constituye el punto de partida para el desarrollo del estudio y orienta la selección de las técnicas, herramientas y procedimientos metodológicos necesarios para identificar sus causas y plantear una solución que contribuya al mejoramiento del desempeño operativo.

Nivel 2. Enfoque de investigación

En este nivel se adopta un enfoque mixto, mediante el cual se combinan procedimientos cuantitativos y cualitativos para analizar el problema de investigación de forma integral. Desde la perspectiva cuantitativa se examinan los indicadores y datos relacionados con el desempeño de las operaciones, mientras que el componente cualitativo permitirá interpretar la información obtenida a través de la revisión documental y las encuestas. La integración de ambos componentes proporciona elementos suficientes para sustentar el diseño de la propuesta.

Nivel 3. Técnicas de recolección de datos

En este nivel se establecen las técnicas que son utilizadas para obtener la información necesaria durante el diagnóstico de la situación actual de SUINLI. Entre ellas se encuentra la revisión de registros operacionales, que permite conocer el

comportamiento y desempeño de las operaciones logísticas; la entrevista semiestructurada, dirigida al personal considerado clave para recopilar información relacionada con la planificación, coordinación y principales dificultades del proceso logístico; el análisis documental, mediante el cual se revisan procedimientos, manuales, registros e informes institucionales; y la encuesta estructurada, que permitan obtener datos cuantificables sobre la percepción del personal en relación con la gestión logística y la eficiencia operacional.

Nivel 4. Herramientas

Corresponde al análisis y transformación de la información obtenida. La simulación permite evaluar el comportamiento del sistema logístico bajo diferentes escenarios, los KPI facilitan la medición del desempeño y el mapeo de procesos identifica actividades críticas y oportunidades de mejora.

Nivel 5. Combinación

Este nivel integra los instrumentos de recopilación de datos, como registros operacionales, encuestas y revisión documental, con herramientas de análisis y modelamiento matemático para sustentar la evaluación del sistema logístico. Esta convergencia técnica permite diagnosticar el estado actual de las operaciones y fundamentar las alternativas de optimización logística.

Nivel 6. Solución

Como resultado del proceso metodológico se plantea el diseño de un modelo de gestión logística para la optimización de la eficiencia operacional de SUINLI. La propuesta está orientada a fortalecer la planificación, coordinación, seguimiento y control de las operaciones logísticas mediante la optimización de procesos, el uso de indicadores de desempeño y la aplicación de herramientas de análisis que contribuyan al incremento de la eficiencia operacional.

Procedimiento metodológico

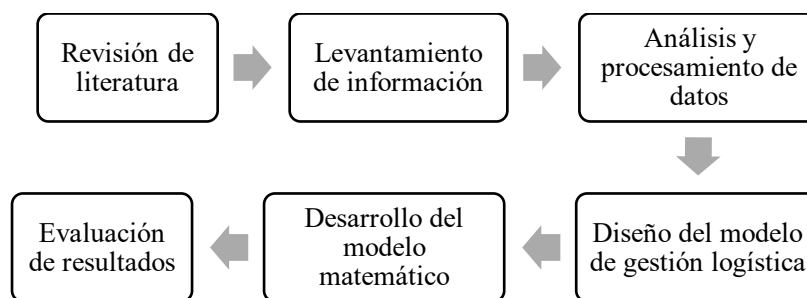
Una vez definido el protocolo metodológico de la investigación, se estructuró el procedimiento que orientó el desarrollo del estudio. Para ello se tomó como referencia el procedimiento metodológico propuesto por Rezki & Mansouri (2024), debido a que presenta una secuencia lógica orientada al análisis de sistemas logísticos mediante el

levantamiento de información, procesamiento de datos, desarrollo de modelos cuantitativos y evaluación de resultados. Este procedimiento fue seleccionado porque guarda correspondencia con los objetivos de la presente investigación, los cuales requieren identificar las condiciones actuales del proceso, analizar los factores que afectan la eficiencia operacional y diseñar una propuesta sustentada en herramientas de ingeniería industrial.

No obstante, considerando que el estudio de Rezki & Mansouri (2024) fue desarrollado en un contexto diferente al de SUINLI, fue necesario adaptar su estructura metodológica a las características propias del proceso de gestión de maniobras marítimas. Para desarrollar el análisis propuesto, se integraron herramientas de diagnóstico y modelación adaptadas al contexto del estudio. La información obtenida mediante observación directa, entrevistas, encuestas, revisión documental y registros operacionales se complementó con técnicas como estudio de tiempos, diagramas de procesos, Ishikawa, Pareto y modelado matemático. Esta integración permitió mantener la consistencia metodológica, fortalecer el diagnóstico, estructurar el modelo logístico y evaluar los resultados obtenidos. El procedimiento metodológico definitivo quedó conformado por seis fases secuenciales, las cuales se presentan en la Figura 5.

Figura 5.

Procedimiento metodológico.



Nota. Elaborado por las autoras adaptado de (Rezki & Mansouri, 2024).

Las fases que integran el procedimiento metodológico mantienen la secuencia general propuesta por Rezki y Mansouri (2024); sin embargo, fueron adaptadas a las necesidades del presente estudio con el propósito de responder a los objetivos de investigación y representar adecuadamente las características operativas de SUINLI. Cada una de las fases permitió avanzar de manera ordenada desde la fundamentación teórica hasta el diseño y evaluación de la propuesta de mejora.

Fase 1. Revisión de literatura

En esta fase se efectuó la búsqueda, selección y análisis de publicaciones científicas relacionadas con la gestión logística, eficiencia operacional y optimización de procesos. La información recopilada permitió establecer el fundamento teórico de la investigación e identificar los principales enfoques utilizados para mejorar el desempeño de los sistemas logísticos.

Fase 2. Levantamiento de información

En esta fase se recopiló la información correspondiente al proceso de gestión de maniobras marítimas mediante observación directa, entrevistas, encuestas y revisión documental. Asimismo, se caracterizó el proceso objeto de estudio y se efectuó el levantamiento de actividades, recursos y tiempos operacionales para conocer el funcionamiento actual del sistema.

Fase 3. Análisis y procesamiento de datos

Con la información obtenida se realizó el procesamiento y análisis de los datos mediante herramientas de ingeniería industrial, como diagramas de flujo, diagramas ASME, estudio de tiempos, análisis de Pareto, diagramas de Ishikawa e indicadores de desempeño. El diagnóstico permitió determinar las principales deficiencias operativas y definir una referencia inicial para analizar el desempeño actual de los procesos.

Fase 4. Diseño del modelo de gestión logística

Con base en el diagnóstico realizado, se desarrolló un modelo de gestión logística orientado a mejorar la eficiencia de las maniobras marítimas. La propuesta incorpora la estandarización de procedimientos, mecanismos de comunicación entre áreas, optimización en la asignación de recursos e indicadores de desempeño para el monitoreo y control continuo de las operaciones.

Fase 5. Desarrollo del modelo matemático

En esta fase se formuló el modelo matemático que sustenta la propuesta de mejora. Para ello se definieron las variables de decisión, parámetros, función objetivo y restricciones operativas que representan las condiciones reales de SUINLI, con el propósito de optimizar la programación de las maniobras marítimas y mejorar la utilización de los recursos disponibles.

Fase 6. Evaluación de resultados

Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos con la aplicación del modelo propuesto mediante la comparación de los indicadores de desempeño establecidos para la investigación. Además, se evaluó la viabilidad técnica y económica de la propuesta, considerando los beneficios operacionales esperados y los recursos requeridos para su implementación.

2.4. Censo poblacional

En la presente investigación, la población estuvo conformada por el personal que labora en SUINLI en el área de operaciones. debido a que sus funciones se encuentran directamente relacionadas con las actividades logísticas y operacionales que inciden en la eficiencia operacional de la organización. De acuerdo con Ñaupas et al., (2020), el censo poblacional consiste en estudiar la totalidad de las unidades que conforman la población objetivo cuando su tamaño es accesible para el investigador. En la presente investigación no fue necesario aplicar técnicas de muestreo, debido a que se contó con acceso a todos los participantes involucrados en el proceso analizado.

Tabla 6.

Distribución de la población de estudio.

Personal participante	Cantidad	Porcentaje
Personal operativo	26	86.67 %
Personal administrativo	4	13.33 %
Total	30	100.00 %

Nota. Elaborado por las autoras.

La aplicación de los instrumentos se realizó de acuerdo con las funciones desempeñadas por cada grupo de participantes. La encuesta fue aplicada al total del personal operativo (30 trabajadores), debido a que este interviene directamente en la ejecución de las actividades logísticas y de las maniobras marítimas. Por su parte, la entrevista fue dirigida a los cuatro trabajadores del personal administrativo, quienes participan en la planificación, coordinación, supervisión y toma de decisiones relacionadas con las operaciones del terminal.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Esta sección describe los métodos, técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de información en el SUINLI, en concordancia con las investigaciones analizadas en la sección 1.2., del estado del arte y con el protocolo metodológico establecido para la presente investigación. La recopilación de datos se orientó al diagnóstico de la gestión logística y al análisis de la eficiencia operacional, mediante la aplicación de encuestas, el análisis documental y el análisis de datos operacionales. Asimismo, la información obtenida permitió identificar las principales condiciones del proceso, reconocer los factores que generan demoras y establecer los datos necesarios para el posterior modelado y simulación de la propuesta de mejora.

2.5.1. Métodos de recolección de los datos

Según Reyes-Blácido et al., (2022), los métodos de investigación constituyen procedimientos sistemáticos que orientan la generación de conocimiento científico y facilitan el análisis e interpretación de la información recopilada durante el desarrollo de una investigación. Su aplicación permite estructurar el proceso investigativo de manera lógica y obtener resultados técnicamente fundamentados.

En este sentido, para el desarrollo de la presente investigación se emplearon los métodos deductivo y analítico, los cuales permitieron comprender la problemática relacionada con la gestión logística de SUINLI y sustentar el diseño del modelo propuesto para mejorar la eficiencia operacional.

Método inductivo: el método inductivo permitió tomar como referencia los fundamentos teóricos, modelos y evidencias científicas relacionados con la gestión logística y la eficiencia operacional para establecer criterios aplicables al contexto particular de SUINLI. La revisión de literatura científica y el análisis de investigaciones anteriores permitieron reconocer elementos comunes y experiencias que sirvieron para orientar el diagnóstico de la situación actual, definir las herramientas metodológicas más adecuadas y sustentar el diseño del modelo de gestión logística dirigido al mejoramiento de las operaciones.

Método deductivo: el método deductivo permitió analizar principios teóricos generales y adaptarlos al contexto particular de la investigación. Mediante la revisión

bibliográfica se establecieron criterios operativos para comprender la problemática del Terminal Petróleo de La Libertad y seleccionar las herramientas de análisis empleadas.

Método analítico: facilitó la descomposición del sistema logístico en sus principales componentes operacionales, considerando la secuencia de procesos, tiempos de operación, coordinación entre áreas, flujo de información e indicadores de desempeño. Este desglose situacional aisló los parámetros operacionales requeridos para alimentar el modelado matemático y la simulación de procesos, fundamentando la estructura del modelo de gestión logística para SUINLI.

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

De acuerdo con López-Roldán & Fachelli (2016), las técnicas de recolección de datos constituyen procedimientos sistemáticos orientados a obtener información confiable sobre el fenómeno de estudio, facilitando posteriormente su organización, análisis e interpretación. Según el enfoque metodológico definido, las técnicas de investigación pueden aplicarse desde un enfoque cualitativo, cuantitativo o mediante la combinación de ambos, permitiendo un análisis integral del objeto de estudio.

De acuerdo con el protocolo de investigación metodológico, la investigación empleó cinco técnicas principales: el análisis de datos operacionales, modelamiento matemático, revisión documental, encuesta estructurada y entrevista semiestructurada. Este enfoque mixto permitió analizar la gestión logística de SUINLI y sustentar la propuesta de mejora con evidencia obtenida del estudio.

Técnicas cuantitativas

Análisis de datos operacionales

El análisis de datos operacionales consistió en recopilar, organizar e interpretar la información generada durante la ejecución de las operaciones de SUINLI. Para ello se utilizaron registros relacionados con la atención de buques, tiempos de operación, tiempos de espera, disponibilidad de recursos, utilización de infraestructura y demás indicadores propios del proceso logístico. Esta técnica permitió establecer la línea base del sistema mediante el estudio de los tiempos de cada actividad, la identificación de cuellos de botella y el cálculo de indicadores de desempeño que posteriormente fueron utilizados para la construcción del modelo de gestión logística y la validación de la propuesta de mejora.

Modelado matemático

Según Fonseca-Loya et al., (2025), el modelamiento matemático constituye una técnica de análisis que permite representar un sistema real mediante ecuaciones, variables, parámetros y restricciones, con el propósito de evaluar diferentes escenarios y apoyar la toma de decisiones. En la presente investigación, esta técnica se empleó para representar el proceso de programación de las maniobras marítimas mediante un modelo de optimización enfocado en maximizar la cantidad de solicitudes que pueden ser atendidas durante la jornada operativa. Para su desarrollo se consideraron variables asociadas con los tiempos de ejecución, la disponibilidad de los recursos, la secuencia de las actividades y la capacidad operativa del terminal. De esta manera, el modelo permitió analizar el comportamiento del proceso y valorar cómo las mejoras propuestas podrían influir en la eficiencia operacional.

Encuesta estructurada

Duarte-Sánchez & Guerrero-Barreto (2024) señalan que la encuesta es una técnica de recolección de información basada en un cuestionario estructurado, que permite obtener los datos de manera ordenada y facilita posteriormente su tabulación y análisis. En este estudio, la encuesta fue aplicada a los 30 trabajadores de SUINLI mediante un cuestionario elaborado con una escala tipo Likert (Anexo 2). Su aplicación permitió recopilar información cuantificable relacionada con la percepción del personal respecto a la gestión logística y la eficiencia operacional. Los datos obtenidos fueron un aporte importante para realizar el diagnóstico de la situación actual y orientar el diseño del modelo de gestión logística propuesto.

Técnicas cualitativas

Análisis documental

Según Marcelino-Aranda et al., (2024), el análisis documental consiste en revisar información disponible en documentos físicos o digitales con la finalidad de recopilar evidencia relevante que aporte al desarrollo de una investigación. En el presente estudio esta técnica permitió revisar manuales de procedimientos, instructivos operativos, informes institucionales, boletines estadísticos, reglamentos internos, registros históricos y demás documentación relacionada con la gestión logística de SUINLI. La información recopilada permitió comprender el funcionamiento actual del proceso, identificar

procedimientos establecidos y complementar la información obtenida mediante las demás técnicas de investigación.

Entrevista semiestructurada

Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres (2018) señalaron que la entrevista semiestructurada constituye una técnica cualitativa que permite obtener información detallada mediante una guía de preguntas previamente establecida, brindando al investigador la posibilidad de profundizar en aspectos relevantes durante la interacción con el entrevistado. En la presente investigación, esta técnica fue aplicada al personal responsable de las operaciones de SUINLI, con la finalidad de identificar las principales limitaciones, procedimientos y necesidades relacionadas con la gestión logística y la eficiencia operacional (Anexo 3).

La triangulación de estos instrumentos consolidó la línea base de SUINLI. Esta integración metodológica proporcionó el sustento empírico para validar el diagnóstico, estructurar el modelo de gestión logística y evaluar el impacto de la intervención planteada.

Tabla 7.

Fuentes de evidencia utilizadas en la investigación.

Fuente de evidencia	Técnica e instrumento	Finalidad	Resultado obtenido
Registros operacionales del Terminal Petrolero.	Análisis de datos operacionales (registros de operación, tiempos, reportes e indicadores operativos).	Analizar el comportamiento del proceso logístico mediante la evaluación de tiempos, utilización de recursos y desempeño de las operaciones.	Determinación de la línea base del proceso, identificación de cuellos de botella e indicadores de eficiencia operacional.
	Modelamiento matemático (modelo de optimización con variables, parámetros y restricciones).	Representar matemáticamente el proceso de programación de maniobras para evaluar alternativas de mejora.	Obtención de un modelo de optimización que permitió sustentar técnicamente la propuesta de gestión logística.
Información operativa del proceso.			

Información institucional.	Análisis documental (manuales, procedimientos, reglamentos, boletines estadísticos e informes institucionales).	Analizar la documentación relacionada con la planificación y ejecución de las operaciones logísticas.	Identificación de procedimientos existentes, normativa aplicable y documentación de apoyo para el diagnóstico.
Personal operativo.	Encuesta estructurada (cuestionario con escala tipo Likert).	Conocer la percepción del personal operativo respecto a la gestión logística y la eficiencia operacional.	Identificación de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora percibidas durante la ejecución de las operaciones.
Personal administrativo.	Entrevista semiestructurada (guía de entrevista).	Obtener información técnica sobre la planificación, coordinación y supervisión de las operaciones logísticas.	Identificación de criterios de gestión, limitaciones operativas y oportunidades de mejora para el diseño de la propuesta.

Nota. Elaborado por las autoras.

2.5.3. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de información constituyen las herramientas empleadas por el investigador para registrar, organizar y sistematizar la información obtenida mediante las técnicas de investigación. De acuerdo con Hernández-Mendoza & Duana-Avila (2020), los instrumentos deben cumplir criterios de validez, confiabilidad y objetividad, con el propósito de garantizar que la información recopilada sea precisa, consistente y adecuada para el análisis de las variables de estudio.

En concordancia con las técnicas de recolección de datos descritas en la sección anterior, la presente investigación empleó instrumentos orientados a recopilar información relacionada con la gestión logística y la eficiencia operacional de SUINLI. Para la entrevista semiestructurada se utilizó una guía de entrevista, mediante la cual se obtuvo información cualitativa sobre la planificación, coordinación y principales limitaciones de las operaciones logísticas.

El análisis de los registros operacionales se sistematizó mediante una ficha de registro que consolidó los datos provenientes de los reportes institucionales. En paralelo,

el análisis documental empleó una matriz de revisión para categorizar la normativa interna, manuales de procedimiento, instructivos e informes técnicos del terminal. Por su parte, la encuesta estructurada se aplicó mediante un cuestionario elaborado con una escala tipo Likert, orientado a conocer y medir la percepción del personal sobre la gestión logística y la eficiencia operacional.

Ficha de registro operacional

La ficha de registro operacional fue el instrumento utilizado para registrar de manera sistemática la información obtenida de los reportes operacionales de SUINLI. Mediante este instrumento se recopilaron datos relacionados con los tiempos de operación, tiempos de espera, utilización de recursos e indicadores operacionales, lo que permitió organizar la información necesaria para realizar el diagnóstico del sistema logístico. Asimismo, permitió consolidar los datos estableciendo una base de información para identificar las condiciones actuales del proceso y las principales situaciones que afectan su desempeño.

Matriz de revisión documental

La matriz de revisión documental se empleó para organizar y sistematizar la información recopilada a partir de los documentos institucionales revisados. Este instrumento permitió clasificar y registrar datos relacionados con procedimientos operativos, manuales, instructivos, informes técnicos y demás documentos vinculados con la gestión logística. Su aplicación facilitó la identificación de información relevante para conocer las condiciones actuales del proceso y contribuir al diagnóstico desarrollado en la investigación.

Cuestionario estructurado

Koo & Yang (2025) definieron el cuestionario como un instrumento conformado por un conjunto de preguntas que tiene como finalidad medir una o varias variables dentro de una investigación. Se administró un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y escala de Likert a la totalidad de la población laboral de SUINLI (N = 30). El instrumento se dimensionó a partir de las variables gestión logística y eficiencia operacional, proveyendo datos cuantitativos para consolidar el diagnóstico situacional y fundamentar el diseño del modelo propuesto. El formato empleado se encuentra en el Anexo 4.

Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

La confiabilidad hace referencia al grado en que un instrumento de investigación produce resultados consistentes, estables y reproducibles cuando se aplica en condiciones similares (Roco-Videla et al., 2024). En esta investigación, la confiabilidad del cuestionario fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, utilizando el software estadístico IBM SPSS versión 25 para analizar la consistencia interna de los 18 ítems que conforman el instrumento. Según la literatura especializada, valores iguales o superiores a 0,70 indican un nivel aceptable de confiabilidad, permitiendo determinar que el cuestionario presenta una adecuada consistencia para la recopilación de datos. La interpretación de los resultados se realizó considerando los rangos de fiabilidad establecidos en la Tabla 11.

Tabla 8.

Rangos de confiabilidad Alfa de Cronbach.

Rango	Nivel de fiabilidad
Mayor a 0,90	Excelente
0,80 – 0,89	Bueno
0,70 – 0,79	Aceptable
0,60 – 0,69	Cuestionable
0,50 – 0,59	Pobre
Menor de 0,49	Inaceptable

Nota. Elaborado por las autoras en base a (Roco-Videla et al., 2024).

Con estos criterios se interpretó el nivel de confiabilidad de la información obtenida mediante la encuesta aplicada a los 30 trabajadores del área operativa del Terminal Petrolero La Libertad. El instrumento estuvo conformado por 14 preguntas cerradas relacionadas con las variables de estudio y estructuradas con una escala de intervalo. Para calcular el coeficiente alfa de Cronbach se empleó la siguiente expresión matemática:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_1^k s_i^2}{s_x^2} \right)$$

Donde:

α = Coeficiente del alfa de Cronbach.

k = Número total de ítems contenidos en el cuestionario.

s_i^2 = Sumatoria de las varianzas de los ítems individuales.

s_x^2 = Varianza de la puntuación total del instrumento.

Validez

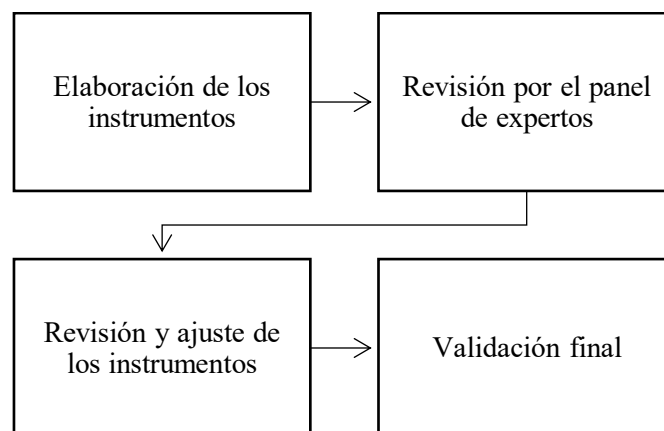
La validez de los instrumentos constituye un proceso metodológico orientado a determinar si estos miden de manera adecuada las variables objeto de estudio. Para ello, la presente investigación empleó el método Delphi, el cual, según Cabero-Almenara & Infante-Moro (2014), consiste en una técnica de consulta sistemática a un grupo de expertos, con el propósito de obtener un consenso fundamentado sobre la calidad, pertinencia y claridad de los instrumentos de investigación.

La selección del panel de expertos representó un aspecto fundamental dentro del proceso de validación, debido a que la confiabilidad de los resultados depende del conocimiento, experiencia y dominio temático de los evaluadores. En este sentido, los especialistas analizaron los instrumentos considerando criterios de claridad, coherencia, pertinencia y suficiencia, emitiendo observaciones y recomendaciones que permitieron fortalecer su contenido antes de su aplicación.

El proceso de validación desarrollado en la presente investigación se estructuró en cuatro fases secuenciales, las cuales se presentan en la Figura 8.

Figura 6.

Etapas de la validación.



Nota. Elaborado por las autoras.

Fase 1. Elaboración de los instrumentos

Se formularon la guía de entrevista semiestructurada y el cuestionario (escala de Likert), estructurados a partir de las dimensiones e indicadores de las variables gestión logística y eficiencia operacional.

Fase 2. Revisión por el panel de expertos

Especialistas en logística e ingeniería industrial juzgaron los instrumentos bajo los criterios de claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia, verificando la alineación de los ítems con las variables del estudio.

Fase 3. Ajuste de los instrumentos

Con base en los dictámenes de los expertos, se refinó la sintaxis, el ordenamiento y el contenido de los ítems, consolidando la versión definitiva de los instrumentos para la toma de datos.

Fase 4. Validación final

Una vez realizadas las correcciones, los instrumentos fueron presentados nuevamente al panel de expertos para obtener su conformidad respecto a la versión definitiva, autorizando su aplicación en el desarrollo de la investigación.

2.6. Variables de estudio

Las variables de estudio constituyen elementos fundamentales dentro del proceso de investigación, ya que permiten describir, analizar y explicar el fenómeno objeto de estudio mediante la medición de sus características y la relación existente entre ellas (Mancilla-Barillas, 2024). En la presente investigación se establecieron dos variables: como variable independiente la gestión logística y como variable dependiente la eficiencia operacional. La relación entre ambas permitió definir las dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos empleados para la recolección y observación de la información.

Variable independiente: gestión logística.

Variable dependiente: eficiencia operacional.

Operacionalización de variables

Según Arias-González (2021), la operacionalización de las variables consiste en transformar los conceptos teóricos en elementos observables y medibles mediante la definición de dimensiones, indicadores e instrumentos que permitan su evaluación. Esta secuencia asegura la trazabilidad y organización de los datos, preparando la evidencia empírica para la fase analítica e interpretación de resultados.

La operacionalización metodológica vinculó las variables gestión logística y eficiencia operacional a través de sus respectivas dimensiones e indicadores. Esta matriz guió la construcción de los instrumentos de recolección de datos y estructuró la evaluación diagnóstica de SUINLI. La matriz de operacionalización de las variables se presenta en el Anexo 1, donde se detallan las dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos empleados para la obtención de la información.

2.7. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos forma una etapa esencial del proceso de investigación, ya que consiente obtener información válida y confiable para comprender el fenómeno de estudio y dar respuesta a los objetivos planteados. En el enfoque mixto la recopilación de información integra datos cualitativos y cuantitativos con el propósito de obtener una comprensión más amplia y objetiva de la problemática investigada.

En este contexto, la presente investigación estableció un procedimiento metodológico conformado por tres etapas secuenciales que permitieron organizar de manera sistemática las actividades relacionadas con la obtención, procesamiento y análisis de la información requerida para el desarrollo del estudio. Este procedimiento facilitó la integración de la información proveniente de la entrevista semiestructurada, la revisión de registros operacionales, el análisis documental y la encuesta estructurada, garantizando la consistencia de los datos utilizados para el diagnóstico y el diseño del modelo de gestión logística.

Como se presenta en la Figura 9, la primera etapa correspondió a la recolección de datos, donde previamente se validaron los instrumentos mediante juicio de expertos y posteriormente se aplicó la entrevista semiestructurada y la encuesta estructurada, además de recopilar la información procedente de los registros operacionales y la documentación institucional. La segunda etapa estuvo enfocada en el procesamiento y análisis de la información. Para ello, los datos recopilados fueron organizados mediante Microsoft

Excel y posteriormente analizados utilizando herramientas estadísticas, indicadores de desempeño y técnicas de análisis operacional. Este proceso permitió identificar las principales deficiencias presentes en el sistema logístico. Finalmente, en la tercera etapa se realizó la presentación e interpretación de los resultados mediante tablas, gráficos e indicadores, con el propósito de mostrar los principales hallazgos obtenidos. Esta información constituyó el punto de partida para diseñar el modelo de gestión logística y, posteriormente, evaluar su comportamiento mediante técnicas de modelado matemático y simulación de procesos.

Figura 7.

Plan de recolección de datos.

Desarrollo de recolección de datos.

- Validación de instrumento.
- Ejecución de encuesta.
- Registro de respuesta por empleados.

Recopilación y análisis de respuestas.

- Recopilación de datos en el software SPSS.
- Prueba de fiabilidad de resultados.
- Prueba de correlación.

Presentación de resultados.

- Tabulación de resultados.
- Análisis e interpretación de datos.
- Discusión de recolección de datos.

Nota. Elaborado por las autoras.

2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados

El plan de análisis e interpretación establece el procedimiento mediante el cual la información recopilada es organizada, procesada e interpretada para dar respuesta a los objetivos específicos de la investigación. La integración de las fuentes cualitativas y cuantitativas fundamentó el diagnóstico situacional de la gestión logística, permitiendo determinar su incidencia directa en la eficiencia operacional de SUINLI.

La evaluación del sistema logístico, el diseño de la propuesta y su posterior validación se ejecutaron mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, apoyadas en modelado matemático y simulación de procesos. La Tabla 9 presenta un

resumen de los objetivos específicos, procedimientos, métodos de apoyo y resultados esperados del estudio.

Tabla 9.

Plan de análisis e interpretación de resultados.

Objetivos específicos	Procedimientos	Métodos de apoyo	Resultados esperados
OE1. Analizar el marco teórico mediante un mapeo sistemático de la literatura para sustentar las variables gestión logística y eficiencia operacional.	1. Definir criterios de inclusión y exclusión. 2. Buscar y seleccionar artículos científicos. 3. Aplicar el método para la selección de estudios.	Mapeo sistemático de literatura. Bases de datos científicas.	Fundamentación teórica de las variables gestión logística y eficiencia operacional. Identificación de modelos, herramientas y enfoques utilizados en investigaciones previas.
OE2. Determinar el marco metodológico mediante la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos para el diagnóstico de la situación actual de la gestión logística y la eficiencia operacional del Terminal Petrolero de La Libertad.	1. Diseñar y validar los instrumentos. 2. Aplicar la entrevista semiestructurada y la encuesta estructurada. 3. Revisar registros operacionales y documentación institucional. 4. Procesar y analizar la información recopilada.	Juicio de expertos. Microsoft Excel. IBM SPSS Statistics. Análisis descriptivo. Indicadores de desempeño (KPI).	Diagnóstico de la situación actual de la gestión logística. Identificación de las principales deficiencias operacionales. Línea base de los indicadores de desempeño.
OE3. Establecer una propuesta de modelo de gestión logística mediante herramientas de modelado matemático y simulación de procesos para mejorar la eficiencia operacional del Terminal Petrolero de La Libertad.	1. Analizar los resultados del diagnóstico. 2. Diseñar el modelo de gestión logística. 3. Desarrollar el modelo matemático. 4. Simular el escenario propuesto. 5. Comparar el escenario actual y el escenario propuesto mediante indicadores operacionales.	Modelado matemático. Simulación de procesos (FlexSim). Diagramas de procesos. KPI. Análisis comparativo.	Modelo de gestión logística diseñado. Optimización de las operaciones logísticas. Mejora de la eficiencia operacional. Validación técnica de la propuesta mediante simulación de procesos.

Nota. Elaborado por las autoras.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

3.1.1. Descripción de la empresa

SUINLI (Figura 8) es una entidad estratégica del Estado ecuatoriano, encargada de la coordinación, supervisión y control de las actividades marítimas y portuarias relacionadas con el manejo y transporte de hidrocarburos. Sus operaciones comprenden maniobras de arribo, fondeo, amarre, carga, descarga y zarpe de buques nacionales e internacionales. Asimismo, la institución desarrolla sus actividades bajo reglamentos y protocolos marítimos orientados a garantizar la seguridad y continuidad operacional del terminal.

Figura 8.

Logo de SUINLI.



Nota. Proporcionada por Superintendencia del Terminal Petrolero La Libertad – SUINLI.

La Tabla 10 presenta la información general de SUINLI, institución pública adscrita al Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), con personalidad jurídica propia y competencias orientadas al ejercicio de la autoridad marítima y la gestión portuaria dentro de su jurisdicción. La entidad cumple funciones relacionadas con la regulación, control y supervisión de las operaciones desarrolladas en el terminal petrolero, garantizando el cumplimiento de la normativa nacional e internacional aplicable al sector marítimo.

Tabla 10.

Datos generales de la empresa.

Tipo de información	Datos
Nombre de la institución	Superintendencia del Terminal Petrolero de la Libertad (SUINLI)
RUC	1768023400001
Representante	Abg. Alberto Javier Kujan Bobadilla.
Dependencia	Subsecretaría de puertos y transporte marítimo y fluvial
Entidad superior	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP)
Tipo de entidad	EOD (entidad de derecho público)
Función	Autoridad marítima y gestión portuaria

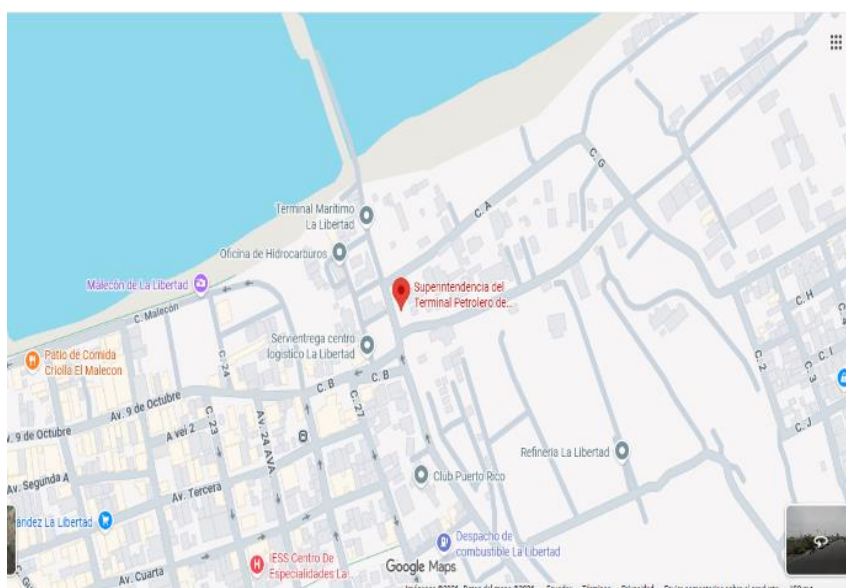
Nota. Elaborado por las autoras.

Emplazamiento

SUINLI se encuentra ubicada en el barrio Puerto Rico, calle 27 E entre calles A y B, en las inmediaciones del muelle de la Refinería de EP PETROECUADOR, cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador (Figura 9). Su ubicación estratégica permite el desarrollo y control de las operaciones relacionadas con la transferencia y manejo de productos derivados del petróleo, constituyéndose en un punto relevante dentro de la infraestructura marítima y energética nacional.

Figura 9.

Localización geográfica de la empresa.



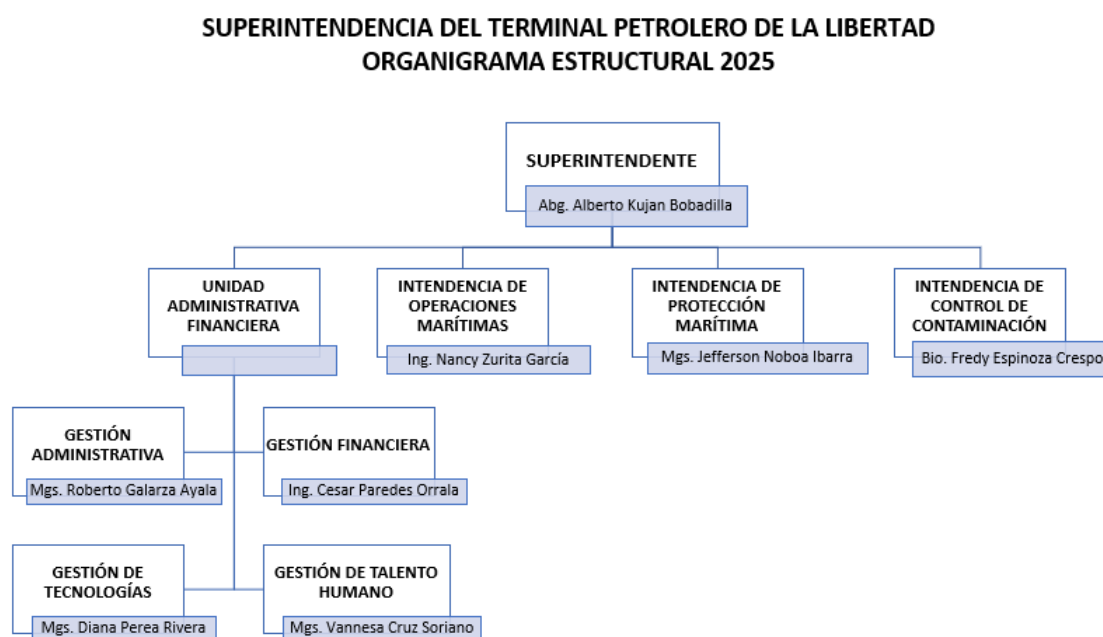
Fuente. Google Maps.

Estructura organizacional

La estructura organizacional de SUINLI, presentada en la Figura 10, evidencia una organización jerárquica liderada por la máxima autoridad institucional, el Superintendente. Bajo esta dirección se distribuyen las diferentes intendencias y áreas operativas, administrativas y técnicas encargadas de ejecutar las funciones institucionales. Esta estructura permite establecer una adecuada asignación de responsabilidades, facilitar la coordinación entre departamentos y garantizar el cumplimiento eficiente de las actividades relacionadas con la gestión marítima y portuaria del terminal petrolero.

Figura 10.

Organigrama de SUINLI.



Nota. Proporcionado por Superintendencia del Terminal Petrolero la Libertad- SUINLI.

3.1.2. Validación del instrumento de recolección de datos

La validación se realizó mediante el juicio de expertos, utilizando el método Delphi, debido a que este permite obtener la valoración de especialistas con experiencia en el área de estudio y en metodología de la investigación. Los expertos evaluaron los instrumentos de recolección de datos aplicado al personal del área de operaciones de SUINLI. Para el desarrollo de la validación se siguieron las siguientes fases:

Fase 1. Elaboración de los instrumentos

Se elaboraron la guía de entrevista, el cuestionario y la ficha de revisión documental con base en la operacionalización de las variables gestión logística y eficiencia operacional, considerando sus dimensiones, indicadores y los objetivos específicos de la investigación. Para el cuestionario se estableció una escala de valoración del 1 al 5, con el propósito de facilitar la comprensión de los ítems por parte de los participantes y obtener respuestas uniformes que permitieran organizar y analizar posteriormente la información recopilada.

Tabla 11.

Escala de validación para juicios de expertos.

Valor	Interpretación
5	Muy adecuado (Aplicable).
4	Adecuado (Aplicable).
3	Medianamente adecuado (Aplicable con observaciones).
2	Poco adecuado (Requiere modificaciones).
1	Inadecuado (No aplicable).

Nota. Elaborado por las autoras.

Fase 2. Selección y evaluación por expertos.

Se conformó un panel integrado por cinco especialistas con experiencia en logística, gestión de procesos, ingeniería industrial y metodología de la investigación, quienes contaban con los conocimientos necesarios para evaluar la calidad y pertinencia de los instrumentos. Como se muestra a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12.

Criterios de selección de expertos.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Grado: poseer título de PhD (Doctorado).	Grado: no contar con el título de PhD o grado académico equivalente.
Institución: ser docente o especialista de la UPSE.	Afiliación: ser personal externo a la institución.

Línea: especialista en Logística, Procesos o Ingeniería Industrial.	Línea: investigadores con áreas de estudio ajenas a la ingeniería o logística.
Experiencia: trayectoria demostrada en docencia o el área técnica.	Experiencia: profesionales sin trayectoria en validación o el sector operativo.

Nota. Elaborado por las autoras.

Cada especialista revisó los instrumentos de forma individual mediante una ficha de validación, valorando criterios como la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems, además de emitir observaciones y recomendaciones orientadas a fortalecer su contenido, estructura y correspondencia con los objetivos de la investigación (Tabla 13). Este proceso permitió identificar posibles aspectos susceptibles de mejora antes de la aplicación definitiva de los instrumentos.

Tabla 13.

Criterios de evaluación.

Criterio	Definición / Objetivo de la Evaluación
Pertinencia	Evaluar si los ítems o preguntas guardan una relación directa y necesaria con los objetivos de la investigación y las variables de estudio.
Claridad	Verificar que el lenguaje y la redacción técnica sean comprensibles, precisos y libres de ambigüedades para el personal que responde el instrumento,
Coherencia	Analizar la lógica interna del instrumento, asegurando que exista una relación lógica entre las preguntas y las dimensiones que se pretenden medir

Nota. Elaborado por las autoras.

Fase 3. Revisión y ajuste de los instrumentos

Una vez recibidas las observaciones de los expertos, se revisaron los instrumentos y se realizaron los cambios sugeridos con el fin de mejorar su calidad antes de la aplicación. Durante este proceso se consideraron criterios como la claridad de las preguntas, la pertinencia de cada ítem con las variables de estudio, la coherencia con los objetivos de la investigación y la facilidad de comprensión para los participantes. El juicio de expertos permitió depurar la redacción, eliminar ambigüedades conceptuales y optimizar la estructura de los instrumentos para su versión final.

La validación de los instrumentos se estructuró en dos rondas con un panel de cinco expertos. En la primera etapa, tres especialistas formularon observaciones de fondo y

forma; en la segunda, dos expertos auditaron la incorporación de los reajustes solicitados y emitieron el dictamen de aprobación final. La Tabla 14 presenta el detalle de las rondas de revisión realizadas.

Tabla 14.

Revisión y validación del instrumento por expertos.

Revisión y validación del instrumento por expertos		
	Primera ronda	Segunda ronda
Experto 1	X	
Experto 2	X	
Experto 3	X	
Experto 4		X
Experto 5		X
Total	3	2

Nota. Elaborado por las autoras.

Fase 4. Validación final de los instrumentos

Luego de incorporar las observaciones y recomendaciones realizadas por los expertos, se estableció la versión final de la guía de entrevista, el cuestionario y la ficha de revisión documental. En esta etapa se comprobó que el contenido de cada instrumento mantuviera claridad, pertinencia y coherencia con las variables, dimensiones e indicadores definidos en el estudio. Con ello, los instrumentos quedaron preparados para ser aplicados durante la recopilación de información y posterior análisis. Las fichas de validación y los resultados obtenidos mediante el juicio de expertos se presentan en los anexos de la investigación.

Tabla 15.

Criterios de validación.

Experto	Pertinencia	Claridad	Coherencia	Calificación Final
Experto 1	5	5	5	Aplicable
Experto 2	5	5	5	Aplicable
Experto 3	5	5	5	Aplicable
Experto 4	5	5	5	Aplicable
Experto 5	5	4	5	Aplicable

Nota. Elaborado por las autoras.

En la Tabla 15 presentan los criterios como claridad, coherencia, pertinencia y suficiencia para medir las variables gestión logística y eficiencia operacional, donde Los resultados obtenidos evidencian que los cinco expertos calificaron los criterios de pertinencia, claridad y coherencia con la máxima puntuación (5), correspondiente a la categoría "Muy adecuado (aplicable)". En consecuencia, los instrumentos fueron considerados aptos y válidos para su aplicación en la recolección de datos.

3.1.3. Recolección de datos

Hallazgos derivados de la fase cualitativa (entrevista semiestructurada)

Como parte del diagnóstico inicial, se aplicó una entrevista semiestructurada al responsable del área de operaciones de SUINLI, con el propósito de obtener información sobre la planificación de las operaciones logísticas, la coordinación entre los actores involucrados y las principales limitaciones que afectan la eficiencia operacional del terminal. La información recopilada permitió identificar factores críticos que posteriormente fueron contrastados con los resultados de la encuesta y el análisis de los registros operacionales.

Los principales hallazgos obtenidos fueron los siguientes:

- Ausencia de estandarización de los procesos operacionales. Se evidenció que varias actividades logísticas se ejecutan con base en la experiencia del personal y criterios operativos individuales, debido a la limitada disponibilidad de procedimientos estandarizados, diagramas de flujo y documentos técnicos que regulen la ejecución de las operaciones. Esta situación incrementa la variabilidad de los procesos, dificulta la trazabilidad de las actividades y limita la estandarización de las operaciones.
- Retrasos asociados a la gestión documental. Se identificó que una de las principales causas de las demoras operacionales corresponde a la recepción tardía o incompleta de la documentación remitida por las agencias marítimas. Esta situación obliga a realizar verificaciones y correcciones antes del inicio de las maniobras, generando tiempos de espera que afectan la programación operativa y la utilización eficiente de los recursos disponibles.
- Disponibilidad y asignación restrictiva de recursos: las entrevistas evidenciaron limitaciones operacionales en la flota de remolcadores y embarcaciones de apoyo.

Esta restricción de activos, sumada a la alteración no planificada en las ventanas de arribo de los buques, genera reprogramaciones recurrentes y tiempos muertos durante las maniobras marítimas.

- Cuellos de botella en la coordinación interinstitucional: la planificación logística depende críticamente de actores externos (agencias marítimas, capitanía de puerto y operadores). La falta de alineación ante variaciones en los itinerarios compromete la continuidad operativa y reduce la capacidad de respuesta del terminal.

En síntesis, el diagnóstico cualitativo determinó que los principales vectores de ineficiencia son la des estandarización procedimental, la burocracia documental, la escasez de recursos operacionales y las fallas de coordinación interdepartamental. Estos hallazgos constituyen la línea base empírica para el diseño del modelo logístico propuesto.

Resultados de la fase cuantitativa (encuesta estructurada)

Con la finalidad de complementar el diagnóstico obtenido durante la fase cualitativa, se aplicó una encuesta estructurada mediante un cuestionario con escala tipo Likert a la totalidad de la población objeto de estudio, conformada por 30 trabajadores pertenecientes al área de operaciones de SUINLI. La información obtenida permitió evaluar la percepción del personal respecto a la gestión logística y la eficiencia operacional, proporcionando evidencia cuantitativa para identificar las principales limitaciones existentes en el proceso.

Tabla 16.

Datos recolectados de la encuesta.

Resumen de procesamiento de casos.			
		N	%
Casos	Válido	30	100
	Excluido	0	0
	Total	30	100

Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados presentados en la Tabla 16 evidencian que la totalidad de los cuestionarios aplicados fueron considerados válidos para el análisis estadístico, alcanzando un porcentaje de respuesta del 100 % y sin registrarse datos perdidos o casos

excluidos. Esto permitió contar con información representativa y obtener un respaldo adecuado para el análisis de las variables consideradas en la investigación.

El análisis descriptivo del cuestionario (14 ítems) registró una media de 46,83, con una varianza de 47,523 y una desviación estándar de 6,894. Esta dispersión moderada refleja homogeneidad en las valoraciones del personal sobre la gestión logística y la eficiencia operacional, validando la consistencia interna del diagnóstico situacional.

Tabla 17.

Estadísticos descriptivos del instrumento.

Estadístico de escala			
Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
46,83	47,523	6,894	14

Nota. Elaborado por las autoras.

La Tabla 17 muestra las estadísticas descriptivas obtenidas del instrumento de investigación. la escala presenta una media de 46,83, lo que refleja una valoración promedio de las respuestas emitidas por los participantes. Asimismo, la varianza de 47,523 y la desviación estándar de 6,894 indican una dispersión moderada de los datos alrededor de la media, evidenciando que las respuestas mantienen comportamiento general que constituyen la base para el análisis de los resultados presentados en las tablas siguientes.

Tabla 18.

Respuestas del instrumento de recolección de datos.

Dimensión	Pregunta	Resultado predominante	Frecuencia	Porcentaje (%)
Planificación	¿Con cuánto tiempo de anticipación las agencias navieras entregan las solicitudes de maniobra para la programación diaria?	6 horas / 2 horas	8	26,7
	¿Considera usted que la información inicial proporcionada para cada maniobra es suficiente para su correcta planificación operativa?	A veces	11	36,7
	¿Con qué frecuencia los cambios de último momento en las solicitudes de	Casi siempre	12	40,0

	maniobra afectan la programación diaria de las operaciones portuarias?			
	¿Considera usted que la cantidad de personal operativo disponible es suficiente para atender las maniobras programadas?	A veces	10	33,3
Ejecución	¿Considera usted que la coordinación entre el personal de planificación y el personal operativo permite una ejecución eficiente de las maniobras portuarias programadas?	A veces	12	40,0
	¿Con qué frecuencia se verifican los procedimientos operativos establecidos previo a la planificación de las maniobras?	A veces	11	36,7
	¿Con cuánto tiempo de diferencia las maniobras de los buques se inician respecto al horario establecido por la programación operativa?	30–60 min	19	63,3
Tiempo	¿Con qué frecuencia las maniobras portuarias se desarrollan sin interrupciones operativas durante su ejecución?	A veces	25	83,3
	¿Considera usted que los recursos operativos (lanchas, remolcadores y recurso humano) se utilizan de manera eficiente durante la ejecución de las maniobras portuarias?	A veces	22	73,3
	¿Cuál es la duración de los tiempos muertos durante las operaciones portuarias?	30–60 min	11	36,7
Productividad	¿En cuánto tiempo se resuelven las incidencias operativas (imprevistos) durante el desarrollo de las maniobras?	45 min	24	80,0
Calidad	¿En cuánto tiempo se realiza la validación de documentación operativa para iniciar las maniobras?	6–12 horas	26	86,7

¿Considera usted que la información disponible permite la toma de decisiones oportunas durante la ejecución de las maniobras portuarias?	A veces	11	36,7
¿Las operaciones portuarias cuentan con supervisión continua durante su ejecución?	Casi siempre	24	80,0

Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados obtenidos presentados en la Tabla 18 evidencian la existencia de diversas limitaciones que afectan el desempeño de las operaciones logísticas de SUINLI. En la dimensión planificación, el 40,0 % de los participantes manifestó que los cambios de último momento en las solicitudes de maniobra afectan casi siempre la programación diaria, mientras que el 36,7 % indicó que la información inicial disponible únicamente resulta suficiente en algunas ocasiones. Los datos evidencian fallas estructurales en la coordinación preliminar de las actividades y vacíos en la planificación oportuna de las maniobras marítimas.

En la dimensión ejecución, predominó la categoría a veces, reflejando variabilidad operativa en la disponibilidad de personal (33,3 %), la coordinación entre planificación y operaciones (40,0 %) y la verificación de procedimientos (36,7 %). Estos resultados permiten identificar oportunidades de mejora relacionadas con la asignación de los recursos disponibles y con la estandarización de los procesos logísticos.

En relación con la dimensión tiempo, el 63,3 % de los trabajadores indicó que las maniobras inician entre 30 y 60 minutos después del horario programado. De igual manera, el 83,3 % manifestó que las operaciones solamente se desarrollan sin interrupciones en algunas ocasiones, mientras que el 73,3 % considera que los recursos operacionales únicamente son utilizados eficientemente de manera ocasional. Estos resultados evidencian la existencia de tiempos improductivos y restricciones operativas que repercuten directamente sobre la eficiencia operacional del terminal.

En la dimensión productividad, el 36,7 % señaló que los tiempos muertos durante las operaciones oscilan entre 30 y 60 minutos, mientras que el 80,0 % indicó que la resolución de incidencias requiere aproximadamente 45 minutos, situación que incrementa la duración de las maniobras y reduce el aprovechamiento de los recursos.

Finalmente, en la dimensión calidad, el 86,7 % de los encuestados indicó que la validación de la documentación operativa requiere entre 6 y 12 horas antes del inicio de las maniobras, constituyéndose en uno de los principales factores que retrasan la programación operativa. De esta manera, aunque el 80,0 % reconoció la existencia de supervisión continua durante la ejecución de las operaciones, el 36,7 % manifestó que la información disponible únicamente permite tomar decisiones oportunas en algunas ocasiones, evidenciando oportunidades de mejora en la gestión documental y en el flujo de información entre los actores involucrados.

La convergencia cuali-cuantitativa confirmó la presencia de fricciones críticas en la planificación de maniobras, la coordinación interdepartamental, el acceso a información operacional, la asignación de recursos y los tiempos de ciclo. Esta triangulación empírica valida el diagnóstico situacional y fundamenta el diseño del modelo de gestión logística para SUINLI.

Confiabilidad del instrumento

Con el propósito de determinar la consistencia interna del cuestionario aplicado, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach mediante el software IBM SPSS Statistics, considerando las respuestas de los 30 trabajadores participantes en la investigación. Este procedimiento permitió verificar el grado de confiabilidad de los ítems que conformaron el instrumento y determinar si estos presentan una adecuada consistencia para medir los aspectos relacionados con las variables de estudio. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19.

Estadístico de confiabilidad.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,843	14

Nota. Elaborado por las autoras.

El análisis de confiabilidad arrojó un coeficiente alfa de Cronbach de 0,843, valor que, de acuerdo con los criterios de interpretación establecidos en la literatura metodológica, corresponde a un nivel de alta confiabilidad. Este resultado demuestra que los 14 ítems del cuestionario presentan una adecuada consistencia interna y miden de forma homogénea las variables objeto de estudio. En consecuencia, el instrumento reúne

las condiciones necesarias para respaldar el diagnóstico de la investigación y sustentar técnicamente el diseño del modelo de gestión logística propuesto.

3.1.4. Verificación de hipótesis

En el desarrollo de la presente investigación, la comprobación de la hipótesis se realizó mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 25, empleando el coeficiente de correlación de Pearson con la finalidad de determinar el grado de relación existente entre las variables de estudio: modelo de gestión logística y eficiencia operacional en SUINLI, provincia de Santa Elena. La dirección y la magnitud de la relación lineal entre las variables cuantitativas se evaluaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r), conforme al baremo de Evans (1996). En esta escala, los extremos $r = 1$ y $r = -1$ representan correlaciones perfectas, positiva y negativa respectivamente. Por su parte, los valores próximos a 0 representan una relación débil o prácticamente inexistente entre las variables estudiadas.

La interpretación del coeficiente de correlación de Pearson se realizó considerando los siguientes rangos establecidos:

- 0,00 – 0,19: muy débil.
- 0,20 – 0,39: débil.
- 0,40 – 0,59: moderada.
- 0,60 – 0,79: fuerte.
- 0,80 – 1,00: muy fuerte.

A partir de las variables definidas en la investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0)

El modelo de gestión logística incide en la mejora de la eficiencia operacional en SUINLI, provincia de Santa Elena.

Hipótesis alternativa (H_1)

El modelo de gestión logística no incide en la mejora de la eficiencia operacional en SUINLI, provincia de Santa Elena.

Para el análisis de correlación, las respuestas obtenidas mediante el cuestionario fueron codificadas previamente en el software IBM SPSS Statistics versión 25. Cada alternativa de respuesta fue transformada en valores numéricos ordinales de acuerdo con una escala de cinco categorías. Posteriormente, se calcularon las puntuaciones globales correspondientes a cada variable de estudio, considerando los ítems asociados al modelo de gestión logística como variable independiente y los relacionados con la eficiencia operacional como variable dependiente. Estas puntuaciones fueron utilizadas para determinar la relación existente entre ambas variables mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Correlación de variables

Para la demostración de las hipótesis diseñadas se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, considerando un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0,05$). Cuando el valor de significancia (p) obtenido es inferior a 0,05, se establece que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas, aceptándose la hipótesis alternativa y rechazándose la hipótesis nula. La Tabla 20 presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de correlación de Pearson entre la variable independiente modelo de gestión logística y la variable dependiente eficiencia operacional.

Tabla 20.

Correlación de variables.

Correlaciones			
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	0,456
	Sig. (bilateral)		,011
	N	30	30
VD	Correlación de Pearson	0,456	1
	Sig. (bilateral)	0,011	
	N	30	30

Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados obtenidos mediante el coeficiente de correlación de Pearson evidencian la existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre las variables modelo de gestión logística y eficiencia operacional. El coeficiente obtenido ($r = 0,456$), de acuerdo con la clasificación propuesta por Evans (1996), corresponde a una

correlación moderada, indicando que una mejora en la gestión logística se relaciona con un incremento en los niveles de eficiencia operacional de SUINLI.

El nivel de significancia alcanzado ($p = 0,011 < 0,05$) determinó el rechazo de la hipótesis nula (H_0) y la aceptación de la hipótesis alternativa (H_1). Esto confirma una relación estadísticamente significativa entre el modelo de gestión logística y la eficiencia operacional de SUINLI (Santa Elena). La comprobación de la hipótesis confirma la relación de dependencia entre la gestión logística y el desempeño operacional del terminal. Este hallazgo valida la caracterización inicial e integra el diagnóstico de campo con la cuantificación de mejoras proyectadas en la propuesta de optimización.

3.2. Diagnóstico de la situación inicial

3.2.1. Levantamiento de información

SUINLI desarrolla un sistema operativo orientado a la planificación, coordinación, supervisión y control de las maniobras marítimas relacionadas con el arribo, atraque, carga, descarga, desatraque y zarpe de buques que transportan hidrocarburos y sus derivados. Estas actividades se ejecutan de forma continua durante las veinticuatro horas del día, garantizando la disponibilidad de los servicios portuarios y el cumplimiento de la normativa nacional e internacional aplicable al transporte marítimo de productos petroleros.

El proceso operativo inicia con la recepción de la solicitud de maniobra emitida por el agente naviero o la empresa responsable del buque. Posteriormente, el personal de la Intendencia de Operaciones Marítimas verifica la documentación requerida, valida el cumplimiento de los requisitos operativos y coordina la disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución de la maniobra, entre los que se encuentran prácticos marítimos, remolcadores, operadores de radio, lanchas de apoyo e inspectores de seguridad. Una vez verificadas las condiciones necesarias para la operación, se procede con la autorización de la maniobra y el seguimiento correspondiente hasta su finalización. Posteriormente, los resultados son registrados en el sistema institucional y se realiza el cierre administrativo de la operación.

El terminal presta atención tanto a buques destinados al tráfico internacional como a embarcaciones de cabotaje. Durante el año 2025, las operaciones realizadas permitieron movilizar más de 10 millones de toneladas métricas de combustibles y derivados del

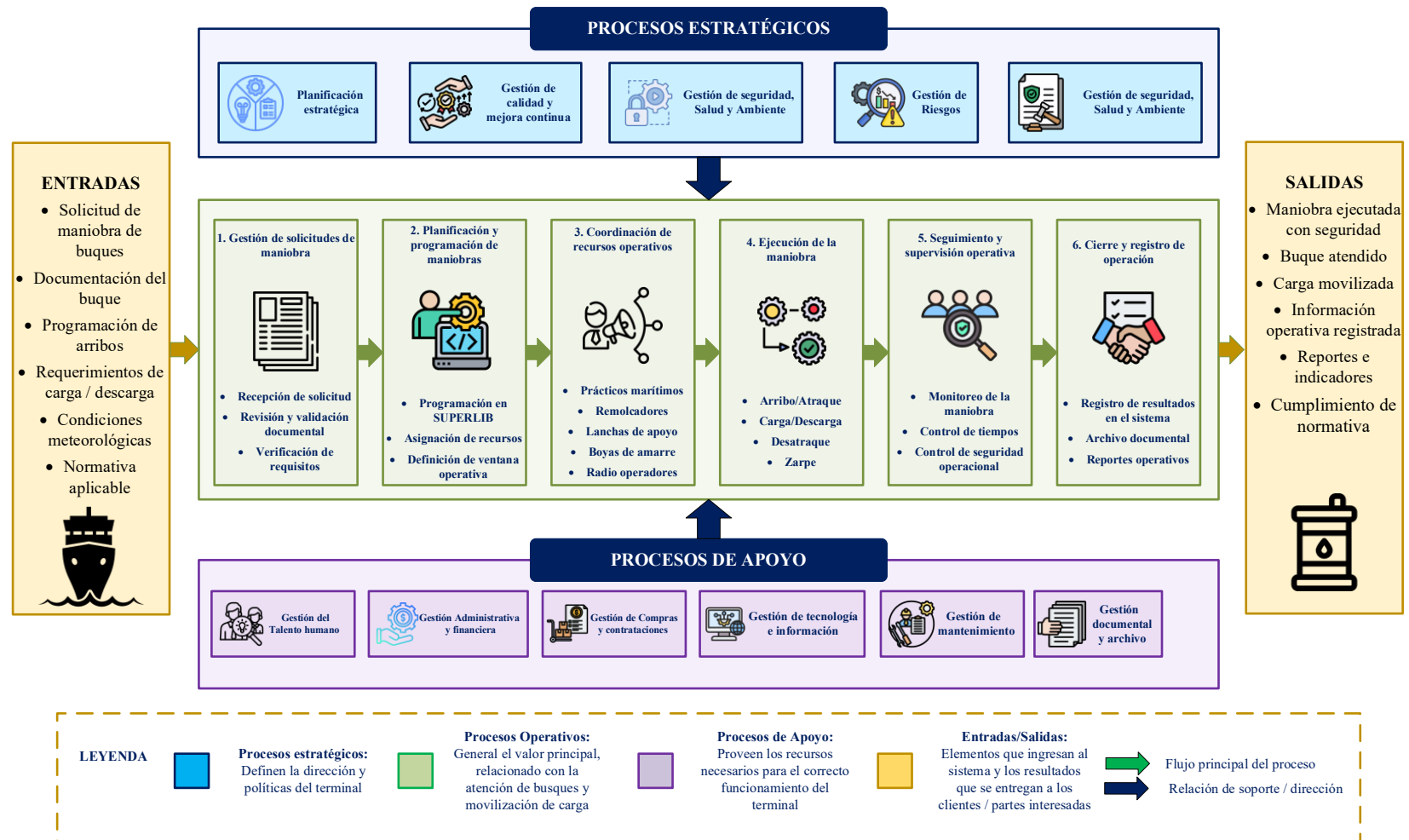
petróleo. Debido a la naturaleza de sus operaciones, la coordinación entre los diferentes recursos humanos, técnicos y marítimos constituye un elemento fundamental para garantizar la continuidad del servicio, minimizar los tiempos de espera y mantener la seguridad operacional durante cada maniobra.

Actualmente, las operaciones se desarrollan bajo una programación diaria elaborada por la Intendencia de Operaciones Marítimas, en la cual se establecen los horarios tentativos de atención, la asignación de recursos y las condiciones particulares de cada maniobra. No obstante, el desarrollo de este proceso puede estar condicionado por diferentes factores, entre ellos la disponibilidad de recursos especializados, las modificaciones en la programación, las verificaciones documentales, las condiciones meteorológicas y del mar, así como las ventanas operativas disponibles. Estas situaciones pueden ocasionar retrasos que terminan repercutiendo en la eficiencia operacional del terminal.

A partir de esta situación, la presente investigación tomó como objeto de estudio el proceso de atención de solicitudes de maniobra, debido a que representa uno de los principales puntos de coordinación logística del terminal. Además, en este proceso se concentra una interacción importante entre los recursos disponibles, las actividades operativas y los tiempos de espera, aspectos que permiten analizar de manera directa las condiciones que influyen en su desempeño. Este proceso servirá como base para el levantamiento de información, la construcción del modelo de simulación y la evaluación de la propuesta de mejora orientada al incremento de la eficiencia operacional.

Figura 11.

Mapa de procesos - SUINLI.



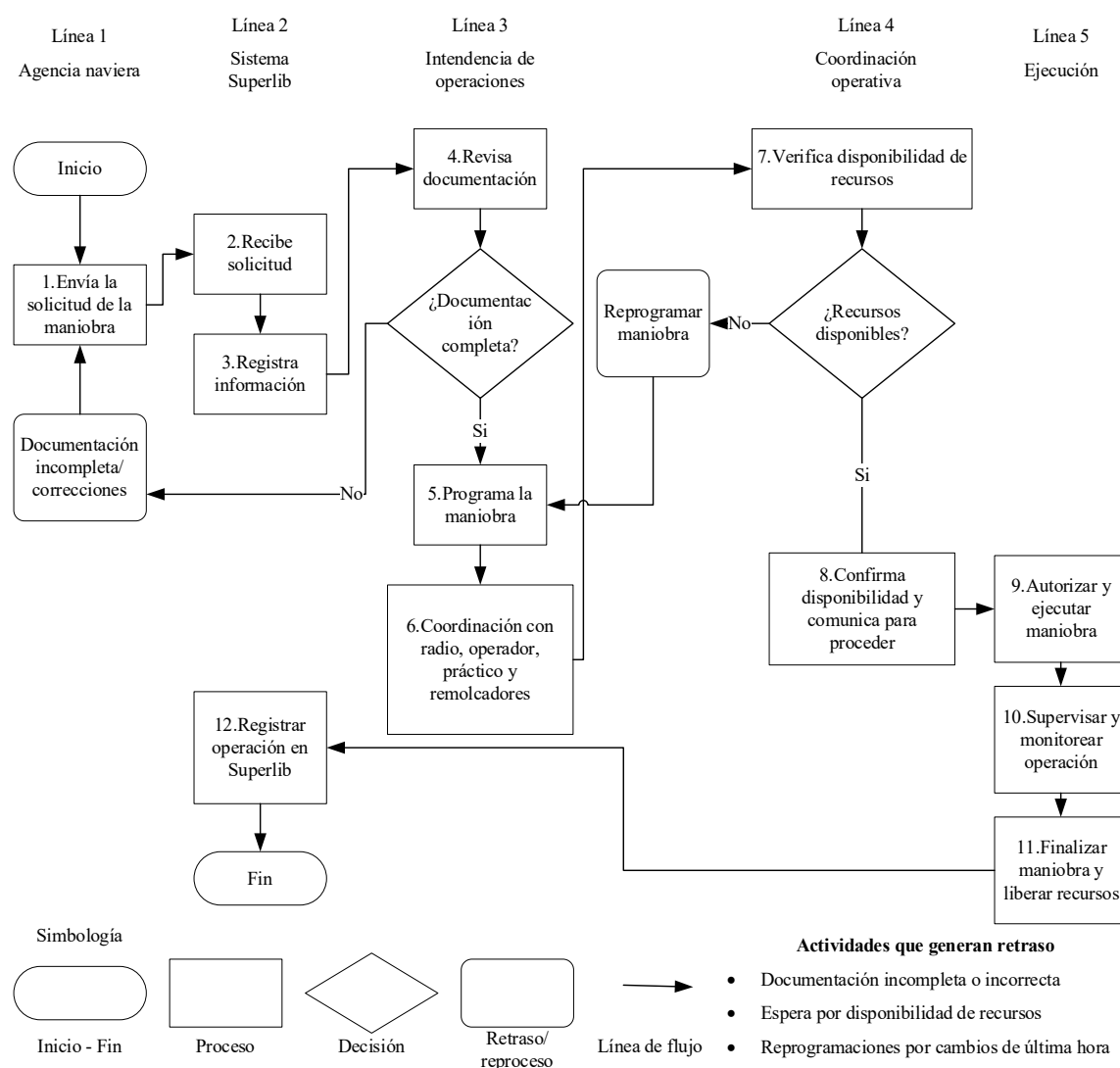
Nota. Elaborado por las autoras.

Identificación del proceso objeto de estudio

Del mapa de procesos presentado anteriormente, se identificó como objeto de estudio el proceso de Gestión logística de maniobras marítimas, debido a que constituye el proceso operativo principal de SUINLI. Este proceso integra las actividades de recepción, validación, programación, coordinación y ejecución de las maniobras marítimas, concentrando la mayor interacción entre recursos humanos, equipos operativos y sistemas de información, cuya adecuada gestión incide directamente en la eficiencia operacional del terminal.

Figura 12.

Flujograma de procesos.



Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Figura 12, el proceso está conformado por actividades de recepción de información, validación documental, programación de maniobras, coordinación de recursos, autorización, ejecución, supervisión y cierre de la operación. Asimismo, dentro del proceso se reconocen dos puntos de decisión vinculados con la validación de la documentación y la disponibilidad de los recursos necesarios. Cualquier desviación en estos parámetros altera la programación operativa e incrementa los tiempos de espera, impactando negativamente la eficiencia global del terminal.

El flujo operativo comienza con la recepción y registro de la solicitud emitida por el agente naviero, seguida de la verificación documental. A continuación, se programa la maniobra, se coordinan los recursos operativos y se valida su disponibilidad en campo. Cuando los recursos se encuentran disponibles, la maniobra es autorizada, ejecutada y supervisada hasta su finalización. Finalmente, los resultados de la operación son registrados en el sistema SUPERLIB y se realiza el cierre del proceso.

Caracterización del proceso

Con la finalidad de identificar los elementos que intervienen en el proceso objeto de estudio, se realizó la caracterización del proceso de gestión logística de maniobras marítimas, definiendo sus proveedores, entradas, actividades principales, recursos, salidas y clientes. Esta caracterización permite delimitar el alcance del proceso y constituye la base para el levantamiento de tiempos y el desarrollo del modelo de simulación. La Tabla 21 presenta la caracterización del proceso de gestión logística de maniobras marítimas desarrollado en SUINLI.

Tabla 21.

Caracterización del proceso de gestión logística de maniobras marítimas.

EMPRESA 	CÓDIGO: GL-01
PROCESO: Gestión logística de maniobras marítimas	VERSIÓN: 1.0
RESPONSABLE: Intendencia de Operaciones Marítimas	FECHA: Julio 2026
ELABORADO POR: Autoras	APROBADO POR:

Elemento	Descripción
Nombre del proceso	Gestión logística de maniobras marítimas.
Objetivo	Planificar, coordinar, autorizar y supervisar las maniobras marítimas, garantizando la disponibilidad de recursos y la continuidad de las operaciones portuarias.
Proveedor	Agentes navieros, EP PETROECUADOR y empresas operadoras que solicitan la ejecución de maniobras marítimas.
Entrada	Solicitud de maniobra, documentación técnica del buque, programación de arribo, condiciones operativas y disponibilidad de recursos.
Actividades principales	Recepción de la solicitud, registro de información, revisión documental, programación de la maniobra, coordinación de recursos, verificación de disponibilidad, autorización, ejecución, supervisión y registro de la operación.
Recursos	Prácticos marítimos, remolcadores, operadores de radio, inspectores de seguridad, lanchas de apoyo y sistema SUPERLIB.
Salida	Maniobra marítima ejecutada, operación registrada en SUPERLIB y recursos liberados.
Cliente	Empresas navieras, EP PETROECUADOR, buques atendidos y demás usuarios del terminal.
Responsable	Intendencia de Operaciones Marítimas de SUINLI.

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 21, el proceso integra recursos humanos, tecnológicos y operativos para atender las solicitudes de maniobra de los buques. De esta forma, se evidencia que la coordinación entre los recursos disponibles y la programación de las operaciones constituye un factor determinante para el desarrollo eficiente del proceso, razón por la cual fue seleccionado para el levantamiento de información y la posterior simulación del sistema.

Mapeo de los procesos logísticos actuales (AS-IS)

El mapeo de los procesos logísticos actuales (AS-IS) permitió representar la situación existente del sistema logístico del Terminal Petrolero de La Libertad, considerando las actividades, actores, recursos y flujos de información que intervienen en el desarrollo de las operaciones. Este análisis permitió identificar la relación entre los procesos internos del terminal y las actividades externas vinculadas con la recepción, coordinación, transferencia y despacho de productos derivados de hidrocarburos, estableciendo una visión integral del funcionamiento actual del sistema logístico.

Figura 13.

Mapa de procesos logísticos actuales (AS-IS) del Terminal Petrolero de La Libertad.



Nota. Elaborado por las autoras.

Desde una perspectiva de cadena de suministro, el proceso logístico del terminal involucra actividades internas y externas que requieren coordinación entre diferentes actores. En el ámbito externo intervienen los proveedores y medios de transporte asociados al abastecimiento de hidrocarburos, así como los buques y demás entidades relacionadas con las operaciones marítimas. Internamente, participan las áreas responsables de la planificación, coordinación, control y ejecución de las operaciones, cuya articulación permite gestionar la recepción, transferencia, almacenamiento cuando corresponda y despacho de los productos.

El análisis AS-IS permitió reconocer que el flujo logístico no se limita a la ejecución de la maniobra marítima, sino que forma parte de una cadena de actividades interrelacionadas que inicia con la planificación y recepción de los requerimientos operativos y continúa con la coordinación de recursos, gestión documental, programación de la operación, ejecución, supervisión y registro de los resultados. Asimismo, dependiendo de la operación y del producto movilizado, el flujo puede relacionarse con las actividades de transferencia y despacho mediante las instalaciones disponibles, tales como el muelle y los sistemas de transporte correspondientes.

La representación del proceso actual permitió identificar los principales puntos de interacción entre las actividades logísticas internas y externas, así como las etapas en las que se presentan esperas, restricciones de recursos, observaciones documentales y dificultades de coordinación. Esta información constituyó una referencia para establecer la situación actual del proceso y posteriormente definir las oportunidades de mejora incorporadas en el modelo de gestión logística propuesto

Indicadores clave de rendimiento (KPIs)

Los indicadores clave de rendimiento (KPIs) permitieron establecer métricas cuantificables para evaluar el desempeño de los procesos logísticos del Terminal Petrolero de La Libertad. Su definición se realizó considerando las principales actividades relacionadas con la atención de naves, utilización de la capacidad de almacenamiento y aprovechamiento de los equipos e infraestructura disponibles. Estos indicadores permiten transformar las condiciones operativas identificadas durante el diagnóstico en medidas objetivas de seguimiento, facilitando la identificación de desviaciones y la evaluación de oportunidades de mejora.

En este contexto, se establecieron como indicadores principales el tiempo de rotación de naves, la capacidad de almacenamiento utilizada y el índice de utilización de equipos e infraestructura. El tiempo de rotación permite evaluar el período requerido para completar las actividades asociadas a la permanencia y atención de una nave en el terminal; la utilización de la capacidad de almacenamiento permite determinar el nivel de aprovechamiento de los tanques disponibles; mientras que el índice de utilización de equipos e infraestructura permite conocer el grado en que los recursos físicos disponibles son empleados durante las operaciones.

La incorporación de estos indicadores permite complementar el análisis de la eficiencia operacional, debido a que el desempeño logístico del terminal no depende exclusivamente de los tiempos empleados en las actividades administrativas y operativas, sino también de la capacidad disponible y del nivel de aprovechamiento de sus recursos. De esta manera, los KPIs proporcionan una visión integral del desempeño del sistema y constituyen una base para el seguimiento de los resultados derivados del modelo de gestión logística propuesto.

Tabla 22.

Indicadores clave de rendimiento logístico del Terminal Petrolero de La Libertad.

Indicador	Definición	Unidad	Finalidad
Tiempo de rotación de naves	Tiempo transcurrido desde el inicio de la atención de una nave hasta la finalización de las actividades asociadas a su operación	horas/nave	Evaluar la rapidez y eficiencia de atención de las naves
Utilización de capacidad de almacenamiento	Relación entre el volumen almacenado y la capacidad disponible de los tanques	%	Determinar el nivel de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento
Utilización de equipos e infraestructura	Relación entre el tiempo de utilización de los equipos e infraestructura y el tiempo disponible para su operación	%	Evaluar el grado de aprovechamiento de los recursos físicos
Eficiencia operacional	Relación entre las solicitudes atendidas y las solicitudes recibidas durante la jornada	%	Medir la capacidad efectiva de atención del proceso

Nota. Elaborado por las autoras.

La Tabla 22 presenta los indicadores seleccionados para evaluar el desempeño logístico del terminal. El tiempo de rotación de naves permite identificar posibles demoras durante la atención de las embarcaciones, mientras que los indicadores de utilización de almacenamiento, equipos e infraestructura permiten valorar el aprovechamiento de la capacidad instalada. A estos indicadores se incorpora la eficiencia operacional utilizada en la investigación, calculada a partir de la relación entre las solicitudes atendidas y las solicitudes recibidas durante la jornada. En conjunto, estas métricas permiten realizar un seguimiento cuantitativo del desempeño del sistema y facilitan la comparación entre las condiciones actuales y los resultados esperados después de la aplicación de la propuesta.

Identificación de riesgos operativos normativos

La identificación de los riesgos operativos y normativos permitió complementar el análisis del proceso logístico del Terminal Petrolero de La Libertad, considerando las condiciones particulares de una organización vinculada con el sector hidrocarburífero y las operaciones marítimas. Debido a la naturaleza de las actividades desarrolladas, la planificación y ejecución de las maniobras se encuentran condicionadas por requisitos relacionados con la seguridad industrial, la protección del medio ambiente, la seguridad marítima y el cumplimiento de los procedimientos establecidos por las entidades competentes. Por ello, estos factores deben ser considerados dentro de la gestión logística, debido a que cualquier incumplimiento o condición insegura puede generar restricciones, interrupciones o demoras en las operaciones.

En el ámbito operativo se consideraron riesgos asociados con la disponibilidad y coordinación de los recursos necesarios para las maniobras, las condiciones para la ejecución de las operaciones marítimas, la comunicación entre las áreas involucradas y el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Estas condiciones guardan relación con los problemas identificados durante el diagnóstico, particularmente con las limitaciones de recursos, las demoras en la coordinación y las esperas asociadas a la programación de las operaciones.

Desde el componente normativo, el desarrollo de las operaciones debe mantener concordancia con las disposiciones aplicables a la seguridad industrial, gestión ambiental y seguridad marítima, así como con los procedimientos y estándares establecidos para el funcionamiento del Terminal Petrolero de La Libertad y las disposiciones

correspondientes de la autoridad marítima y de la Marina Mercante. En consecuencia, las acciones de mejora propuestas deben aplicarse respetando los requisitos técnicos, operacionales y de seguridad establecidos, evitando que la reducción de tiempos o la búsqueda de una mayor capacidad de atención genere condiciones incompatibles con la normativa aplicable.

Tabla 23.

Riesgos operativos y restricciones normativas considerados en el proceso logístico.

Categoría	Aspecto identificado	Posible efecto sobre la operación	Consideración dentro de la propuesta
Operativo	Disponibilidad limitada de recursos	Demoras y reprogramación de maniobras	Planificación y asignación anticipada de recursos
Operativo	Coordinación entre áreas	Retrasos en la programación y ejecución	Estandarización de la coordinación y comunicación
Operativo	Disponibilidad de ventana operativa	Esperas antes de iniciar la maniobra	Programación considerando ventanas disponibles
Operativo	Condiciones para la ejecución de maniobras	Suspensión o retraso de operaciones	Verificación previa de condiciones operativas
Seguridad industrial	Cumplimiento de procedimientos de seguridad	Restricción o suspensión de actividades	Mantener controles de seguridad durante la operación
Ambiental	Prevención y control de posibles impactos	Afectaciones ambientales y restricciones operativas	Considerar requisitos ambientales en la planificación
Marítimo-normativo	Cumplimiento de disposiciones de la autoridad marítima	Restricciones para la ejecución de maniobras	Incorporar requisitos aplicables a la programación
Institucional	Procedimientos y estándares de SUINLI	Incumplimiento de procedimientos internos	Mantener los procedimientos institucionales como condición de operación

Nota. Elaborado por las autoras.

La Tabla 23 resume los principales aspectos operativos, de seguridad y normativos considerados en el análisis del proceso logístico. Se observa que las restricciones relacionadas con recursos, coordinación y disponibilidad de ventanas operativas pueden incidir directamente en los tiempos de atención, mientras que los

requisitos de seguridad, protección ambiental y regulación marítima constituyen condiciones que deben mantenerse independientemente de las mejoras planteadas. Por esta razón, el modelo de gestión logística considera la optimización del proceso dentro de los límites establecidos por las condiciones operativas y normativas aplicables al terminal.

Levantamiento de actividades y tiempos

Con el propósito de identificar las actividades que conforman el proceso de gestión logística de maniobras marítimas, se realizó el levantamiento de información mediante la observación del flujo operativo, revisión de la programación diaria de maniobras y entrevistas con el personal de la Intendencia de Operaciones Marítimas de SUINLI. Posteriormente, las actividades fueron clasificadas mediante un diagrama de flujo de procesos, permitiendo identificar operaciones, inspecciones, transportes de información y demoras que intervienen durante la atención de una solicitud de maniobra.

Como se observa en la Tabla 24, el proceso está conformado por nueve operaciones, dos inspecciones, un transporte de información y dos demoras. Las mayores pérdidas de tiempo corresponden a la espera por documentación o correcciones y a la disponibilidad de la ventana operativa, constituyendo los principales cuellos de botella del proceso que son considerados en la propuesta de mejora. Los tiempos promedio se obtuvieron a partir de tres observaciones directas realizadas mediante la técnica de estudio de tiempos. Los formatos correspondientes se presentan en el Anexo 5, Anexo 6 y Anexo 7, los cuales sirvieron de base para el cálculo de los tiempos promedio empleados en el análisis y la construcción del modelo.

Tabla 24.

Diagrama de flujo de procesos de la gestión logística de maniobras marítimas.

IDENTIFICACIÓN EMPRESA:			Resumen				
Actividades:			Actividad	Simb	Actual	Propuesta	Ahorros
Operador:	Analítico		Operación	○	8		
Método: actual	Propuesto		Transporte	➡	1		
Tipo:	Material	Máquina	Inspección	□	2		
			Almacenaje	▽	2		
Comentarios:			Demoras	D	2		
			Tiempo min.		368		
			Distancia m.		5		
			Costo				
	Símbolos				Observaciones		

Descripción de actividades						Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	
Almacenamiento de información.						0	0	Información almacenada.
Recepción de la solicitud de maniobra.						8	0	La solicitud se recibe por correo electrónico o sistema institucional.
Registro de información en SUPERLIB.						5	0	Registro realizado directamente en el sistema.
Revisión y validación documental.						20	0	Se verifica que la documentación esté completa y vigente.
Espera por documentación o correcciones.						75	0	Se generan demoras cuando existen documentos incompletos o inconsistencias.
Programación preliminar de la maniobra.						12	0	Se elabora la programación inicial de acuerdo con la disponibilidad.
Coordinación con radio operador, práctico y remolcadores.						20	0	Requiere comunicación y coordinación entre diferentes áreas operativas.
Verificación de disponibilidad recursos.						15	0	Se confirma la disponibilidad de personal y equipos necesarios.
Confirmación de disponibilidad y comunicación.						8	5	Se informa la programación a las partes involucradas.
Autorización de la maniobra.						5	0	La autorización es emitida por el responsable del proceso.
Espera por ventana operativa y disponibilidad atraque.						120	0	La espera depende de las condiciones marítimas y del tráfico portuario.
Ejecución de la maniobra marítima.						45	0	Desplazamiento de las embarcaciones durante la maniobra.
Supervisión y monitoreo de la operación.						20	0	El supervisor realiza recorridos para verificar el desarrollo de la maniobra.
Registro de resultados en SUPERLIB.						10	0	Se ingresan los datos finales de la operación al sistema.
Archivo y cierre del proceso.						5	0	Se archiva la documentación y se cierra el expediente.
Total	8	2	1	2	2	368	5	

Nota. Elaborado por las autoras.

Según los datos de la Tabla 25, el ciclo de atención de solicitudes promedia 368 minutos, de los cuales el 53 % corresponde a tiempos muertos por validación documental, asignación de ventanas operativas y disponibilidad de recursos especializados. Estas latencias confirman la necesidad de reestructurar la planificación y coordinación logística en el modelo propuesto.

Tabla 25.

Actividades y tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas.

Nº	Actividad	Tipo	Tiempo (min)
1	Recepción de la solicitud de maniobra.	Operación	8
2	Registro de información en SUPERLIB.	Operación	5
3	Revisión y validación documental.	Inspección	20
4	Espera por documentación o correcciones.	Demora	75
5	Programación preliminar de la maniobra.	Operación	12
6	Coordinación con radio operador, práctico y remolcadores.	Operación	20
7	Verificación de disponibilidad de recursos.	Inspección	15
8	Confirmación de disponibilidad y comunicación para proceder.	Transporte de información	8
9	Autorización de la maniobra.	Operación	5
10	Espera por ventana operativa y disponibilidad de atraque.	Demora	120
11	Ejecución de la maniobra marítima.	Operación	45
12	Supervisión y monitoreo de la operación.	Operación	20
13	Registro de resultados en SUPERLIB.	Operación	10
14	Archivo y cierre del proceso.	Operación	5
Total		14 actividades	368

Nota. Elaborado por las autoras.

Recursos involucrados en el proceso

Con el propósito de identificar los recursos requeridos para la ejecución del proceso de gestión logística de maniobras marítimas, se realizó un análisis de la disponibilidad de personal, equipos y medios operativos que intervienen durante la atención de las solicitudes de maniobra. La disponibilidad de estos recursos influye directamente en la continuidad del proceso y en los tiempos de espera registrados durante la operación. La Tabla 26 presenta los recursos utilizados en el proceso y su disponibilidad actual.

Tabla 26.

Recursos involucrados en el proceso de gestión logística de maniobras marítimas.

Recurso	Requerido	Disponible	Función principal
Práctico marítimo.	2	1	Dirigir las maniobras de atraque y desatraque.

Remolcadores.	6	3	Asistir las maniobras marítimas.
Lanchas de apoyo.	4	2	Transporte de personal y apoyo operativo.
Boyas de amarre.	8	3	Asegurar el posicionamiento del buque.
Cabos de remolque.	10	10	Sujeción durante las maniobras.
Operador de radio.	2	1	Coordinar las comunicaciones operativas.
Inspector de seguridad.	3	1	Verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Nota. Elaborado por las autoras.

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 26, se evidencia una brecha entre la cantidad de recursos necesarios y aquellos que se encuentran disponibles, especialmente en lo relacionado con prácticos marítimos, remolcadores, operadores de radio e inspectores de seguridad. Esta limitación genera restricciones en el desarrollo de las operaciones, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la capacidad de respuesta del terminal, lo que dificulta la coordinación oportuna de las actividades y limita la posibilidad de atender de manera simultánea las solicitudes de maniobra, afectando la continuidad y fluidez del proceso operativo.

Parámetros de entrada para la simulación

A partir de la información recopilada durante el levantamiento de datos, se establecieron los parámetros de entrada que fueron utilizados para construir el modelo de simulación. Estos valores representan las condiciones actuales en las que se desarrolla el proceso y sirven como referencia para realizar posteriormente la evaluación del escenario de mejora. En la Tabla 27 se detallan los parámetros considerados para la simulación.

Tabla 27.

Parámetros de entrada del modelo de simulación.

Parámetro	Valor
Entidad.	Solicitud de maniobra.
Llegadas diarias.	10 solicitudes.
Tiempo promedio del proceso.	368 minutos.
Recursos disponibles.	Según Tabla 29.
Tipo de proceso.	Secuencial con restricciones de recursos.
Jornada simulada.	24 horas.
Solicitudes completadas (actual).	3.
Software.	FlexSim.

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se muestra en la Tabla 27, el modelo considera como entidad principal la solicitud de maniobra y utiliza como datos de entrada la demanda diaria, los tiempos promedio del proceso y la disponibilidad de recursos operativos, permitiendo representar el comportamiento actual del sistema bajo las condiciones observadas en SUINLI.

Indicadores de desempeño del proceso actual

Con el propósito de evaluar el desempeño del proceso objeto de estudio, se establecieron indicadores operativos que permiten medir el nivel de eficiencia alcanzado en la situación actual. Estos indicadores constituyen la línea base del estudio (\$Baseline\$) para contrastar la efectividad de las acciones de mejora tras la implementación del modelo. La Tabla 28 sintetiza los KPI seleccionados para el diagnóstico del desempeño operacional actual. La selección de estos indicadores se realizó considerando las principales actividades y resultados del proceso de gestión de maniobras marítimas para su medición el cual permitió obtener valores de referencia para el análisis posterior.

Tabla 28.

Indicadores del proceso actual.

Indicador	Situación actual
Solicitudes recibidas por día.	10
Solicitudes completadas por día.	3
Tiempo promedio del proceso.	368 min
Solicitudes pendientes.	7
Tiempo de espera por documentación.	75 min
Tiempo de espera por ventana operativa.	120 min

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 29, el proceso presenta un bajo nivel de atención respecto a la demanda diaria, ya que únicamente se completan tres de las diez solicitudes recibidas. De esta forma, los mayores tiempos se concentran en la espera por documentación y en la disponibilidad de la ventana operativa, aspectos que fueron identificados como los principales cuellos de botella del proceso y que son abordados mediante la propuesta de mejora.

Validación del proceso actual mediante simulación

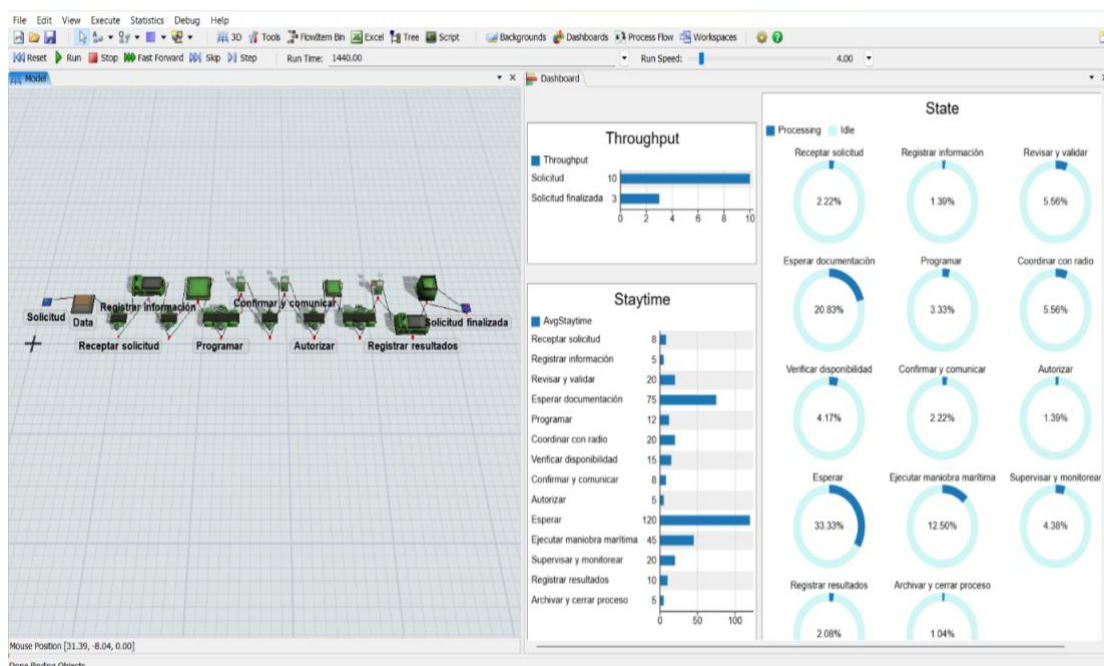
Con el propósito de validar el comportamiento del proceso actual de gestión de maniobras marítimas, se desarrolló un modelo de simulación discreta utilizando el

software FlexSim 2027. El modelo fue construido con base en el diagrama de flujo del proceso, los tiempos promedio obtenidos durante el estudio de tiempos y la disponibilidad actual de recursos operativos identificada durante el levantamiento de información. Para su construcción, se incorporaron las diferentes etapas que intervienen desde el ingreso de una solicitud hasta la finalización de la maniobra, respetando la secuencia identificada durante el levantamiento del proceso. La información recopilada permitió establecer los parámetros necesarios para que el modelo mantuviera correspondencia con las condiciones observadas durante el funcionamiento del terminal.

La simulación permitió representar las condiciones reales de operación del terminal considerando una jornada continua de 24 horas y una demanda diaria de diez solicitudes de maniobra. A partir de este modelo fue posible identificar el rendimiento operativo del sistema, los tiempos de permanencia en cada actividad y las principales restricciones que afectan la eficiencia operacional.

Figura 14.

Modelo de simulación del proceso actual en FlexSim.



Nota. Elaborado por las autoras mediante el Software Flexsim 2027.

Como se observa en la Figura 14, el modelo reproduce la secuencia operativa del proceso de gestión de maniobras marítimas desde la recepción de la solicitud hasta el cierre administrativo del trámite. El tablero de control (dashboard) de FlexSim monitorea

en tiempo real el rendimiento global de la simulación, consolidando métricas sobre el throughput de solicitudes, los tiempos de ciclo por actividad y los estados operativos de cada fase del proceso.

Durante el período simulado, el sistema registró diez solicitudes de maniobra y procesó únicamente tres de forma completa. Este remanente de siete solicitudes pendientes al cierre de la corrida ratifica la restricción de capacidad del Terminal Petrolero bajo la configuración operativa actual. Con la finalidad de resumir los principales resultados obtenidos en la simulación, la Tabla 29 presenta los indicadores de desempeño generados por el modelo.

Tabla 29.

Resultados de la simulación del proceso actual.

Indicador	Resultado
Solicitudes generadas.	10
Solicitudes completadas.	3
Solicitudes pendientes.	7
Capacidad de atención.	30 %
Tiempo promedio del proceso.	368 min
Software utilizado.	FlexSim 2027
Tipo de simulación.	Eventos discretos
Horizonte de simulación.	24 horas

Nota. Elaborado por las autoras.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 30, la capacidad de atención del proceso representa apenas el 30 % de la demanda diaria. Este resultado evidencia que existen limitaciones importantes en el sistema que dificultan la atención oportuna de las solicitudes de maniobra. Este comportamiento confirma la existencia de cuellos de botella asociados principalmente a actividades de espera y coordinación de recursos, afectando directamente la eficiencia operacional del terminal.

Tabla 30.

Tiempo de permanencia por actividad obtenido en la simulación.

Actividad	Tiempo (min)	Participación (%)
Recepción de solicitud	8	2,17
Registro de información	5	1,36

Revisar y validar	20	5,43
Esperar documentación	75	20,38
Programar	12	3,26
Coordinar con radio	20	5,43
Verificar disponibilidad	15	4,08
Confirmar y comunicar	8	2,17
Autorizar	5	1,36
Esperar ventana operativa	120	32,61
Ejecutar maniobra marítima	45	12,23
Supervisar y monitorear	20	5,43
Registrar resultados	10	2,72
Archivar y cerrar	5	1,36
Total	368	100

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se aprecia en la Tabla 30, el mayor tiempo del proceso corresponde a la espera por la ventana operativa, la cual representa aproximadamente el 32,61 % del tiempo total del proceso. En segundo lugar, la espera relacionada con la documentación representa el 20,38 % del tiempo total, mientras que la ejecución de la maniobra marítima concentra el 12,23 %. Estas tres actividades concentran aproximadamente el 65 % del tiempo total del ciclo operativo. En contraste, la recepción, registro, autorización y archivo documental exhiben tiempos marginales con mínimo impacto en el ciclo global. Bajo el principio de Pareto, los esfuerzos de optimización deben focalizarse en las actividades críticas de alta duración, donde las reducciones de tiempo generan el mayor incremento en la capacidad de respuesta del terminal.

Determinación de las causas del problema

Con el propósito de identificar las principales causas que afectan la eficiencia operacional del proceso de gestión de maniobras marítimas, se consolidó la información obtenida durante el levantamiento de información, el estudio de tiempos, la simulación del proceso actual y los resultados de la encuesta aplicada al personal operativo. Posteriormente, los problemas identificados fueron clasificados de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia, permitiendo determinar aquellos que generan el mayor impacto sobre el desempeño del sistema mediante el principio de Pareto.

Tabla 31.

Frecuencia de los problemas identificados en el proceso de gestión de maniobras marítimas.

Nº	Problema identificado	Frecuencia	%	% acumulado
1	Esperas por disponibilidad de ventana operativa.	26	25,49 %	25,49 %
2	Demoras por documentación incompleta o con observaciones.	23	22,55 %	48,04 %
3	Limitada disponibilidad de recursos operativos.	19	18,63 %	66,67 %
4	Retrasos en la coordinación entre áreas operativas.	14	13,73 %	80,39 %
5	Retrasos en la ejecución de maniobras marítimas.	9	8,82 %	89,22 %
6	Demoras en la validación documental.	7	6,86 %	96,08 %
7	Retrasos en el registro y cierre administrativo.	4	3,92 %	100 %
Total		102	100 %	

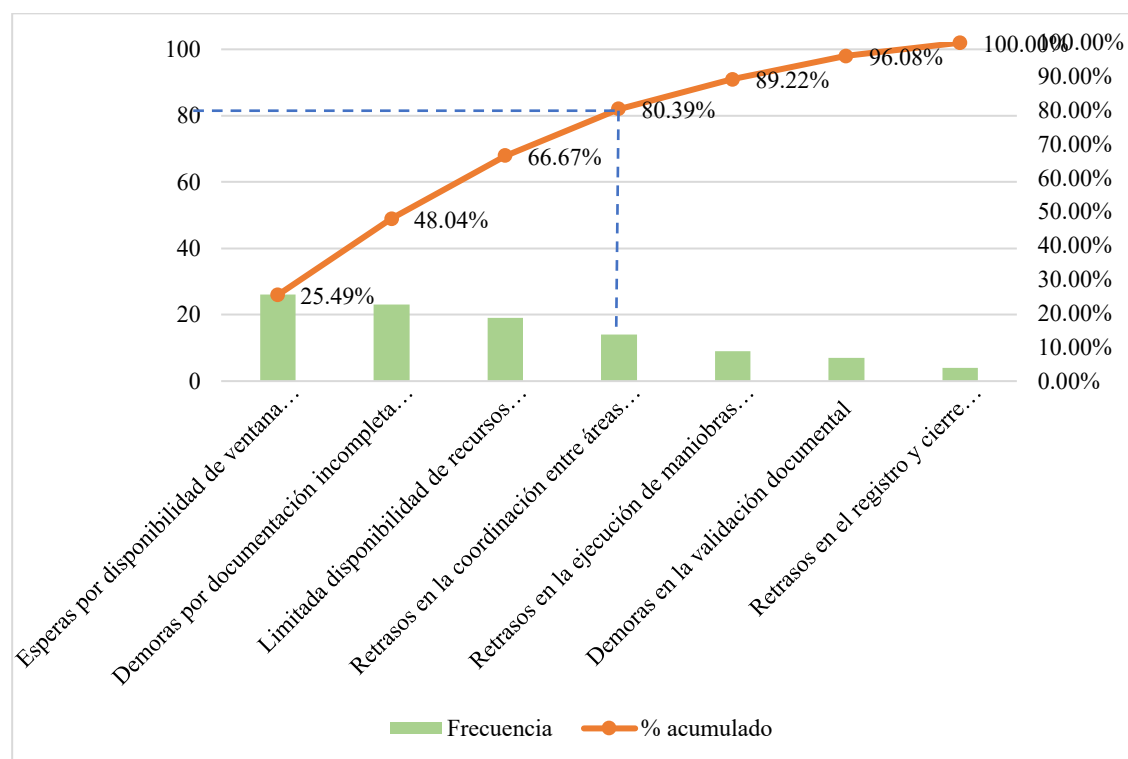
Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 31, los problemas con mayor frecuencia corresponden a las esperas ocasionadas por la disponibilidad de la ventana operativa (25,49 %), las demoras por documentación incompleta (22,55 %) y la limitada disponibilidad de recursos operativos (18,63 %). En conjunto, estos tres problemas representan el 66,67 % de las incidencias identificadas durante el diagnóstico, evidenciando que constituyen las principales restricciones del proceso. Igualmente, los retrasos relacionados con la coordinación entre áreas incrementan el porcentaje acumulado hasta el 80,39 %, confirmando que la mayor parte de las ineficiencias se concentra en un número reducido de causas críticas.

El diagrama de Pareto presentado en la Figura 15 evidencia que las cuatro primeras categorías concentran aproximadamente el 80 % de las incidencias registradas durante el análisis del proceso. De acuerdo con el principio de Pareto, estas causas representan los principales factores que limitan la eficiencia operacional del terminal, por lo que constituyen el punto de partida para el diseño del modelo de gestión logística propuesto. En este sentido, la propuesta de mejora se enfoca en reducir las demoras generadas por la disponibilidad de la ventana operativa, optimizar el proceso de validación documental, fortalecer la coordinación entre los recursos operativos y mejorar la planificación de las maniobras marítimas, con el propósito de incrementar la capacidad de atención de solicitudes y mejorar la eficiencia operacional del terminal.

Figura 15.

Diagrama de Pareto de los problemas identificados en el proceso de gestión de maniobras marítimas.



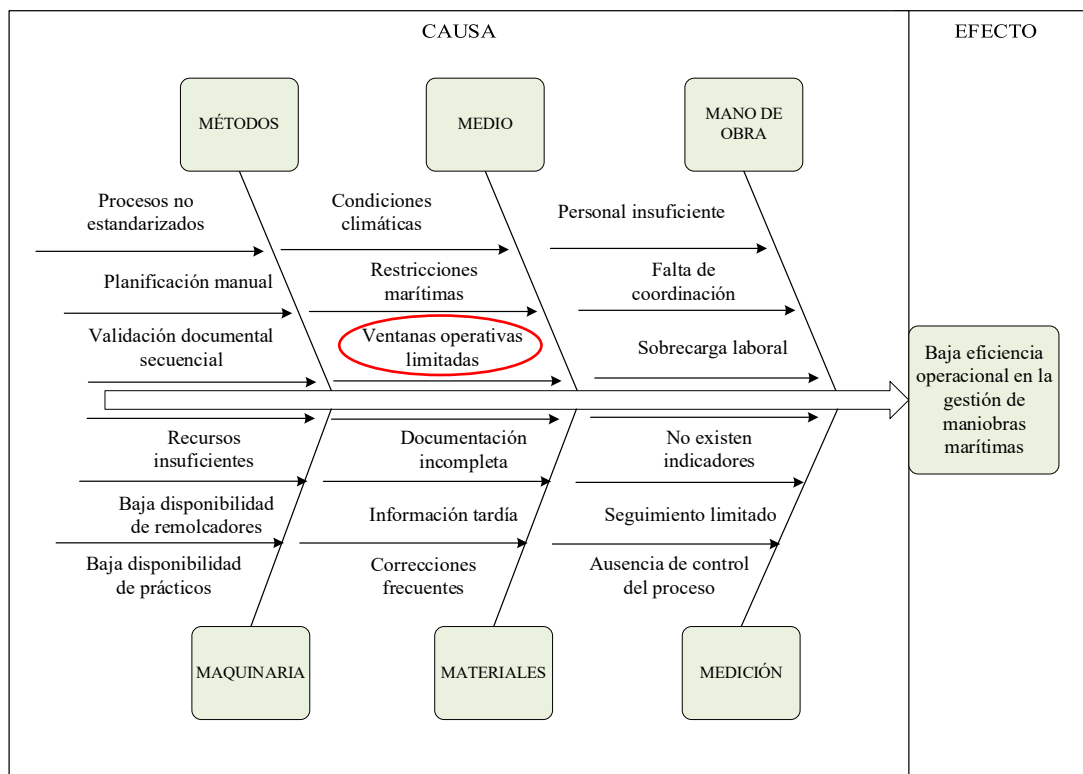
Nota. Elaborado por las autoras.

Análisis de causa raíz mediante diagramas de Ishikawa

Con el propósito de profundizar en el análisis de las causas que afectan la eficiencia operacional de SUINLI, se aplicó la herramienta de Ishikawa en dos niveles de análisis. El primer diagrama permitió identificar las causas generales que inciden sobre el problema principal, mientras que el segundo se enfocó en la causa de mayor impacto determinada mediante el análisis de Pareto, permitiendo establecer las causas raíz que posteriormente son abordadas mediante la propuesta de mejora. Como se observa en la Figura 16, las causas potenciales se concentran principalmente en la falta de estandarización de los procedimientos, la limitada disponibilidad de recursos operativos, las deficiencias en la coordinación entre las áreas involucradas y las demoras ocasionadas por la gestión documental. De esta manera, se identificó que la disponibilidad de la ventana operativa constituye uno de los factores con mayor incidencia sobre el desempeño del proceso, razón por la cual fue seleccionada para un análisis de segundo nivel.

Figura 16.

Diagrama de Ishikawa de primer nivel.



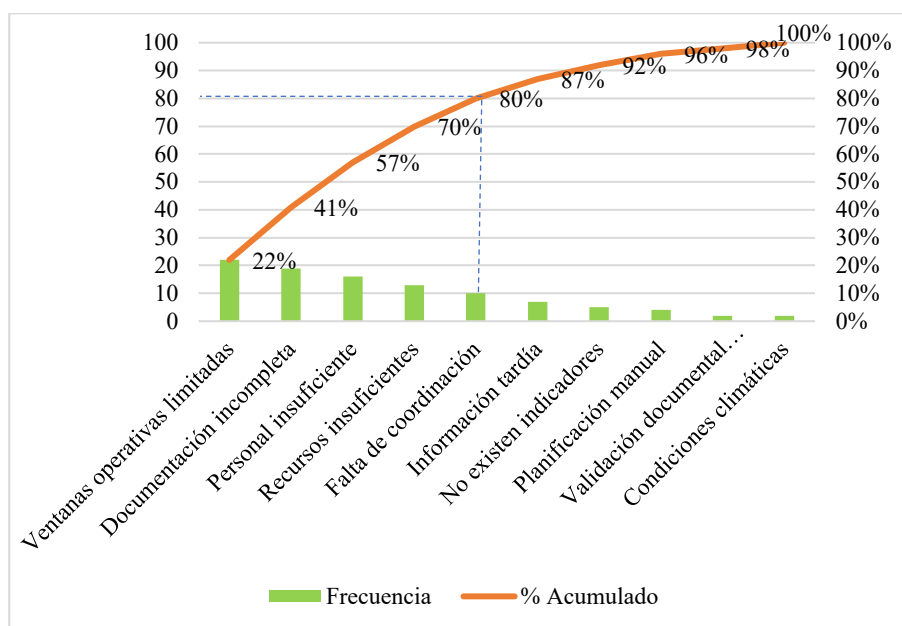
Nota. Elaborado por las autoras.

Con la finalidad de identificar las causas raíz del principal problema detectado durante el análisis de Pareto, se desarrolló un segundo diagrama de Ishikawa enfocado específicamente en las demoras ocasionadas por la disponibilidad de la ventana operativa. Este análisis permitió profundizar en los factores internos que generan los mayores tiempos de espera dentro del proceso de gestión de maniobras marítimas.

El análisis de Pareto (Figura 17) derivado del diagrama de Ishikawa determinó que las ventanas operativas restringidas, la documentación incompleta, el déficit de personal y recursos, y la descoordinación inter-área concentran el 80 % de la ineficiencia en las maniobras marítimas. En alineación con la regla 80/20, estas cinco causas constituyen el núcleo crítico a intervenir en el modelo de gestión.

Figura 17.

Diagrama de Pareto de las causas que afectan la eficiencia operacional de las maniobras marítimas.



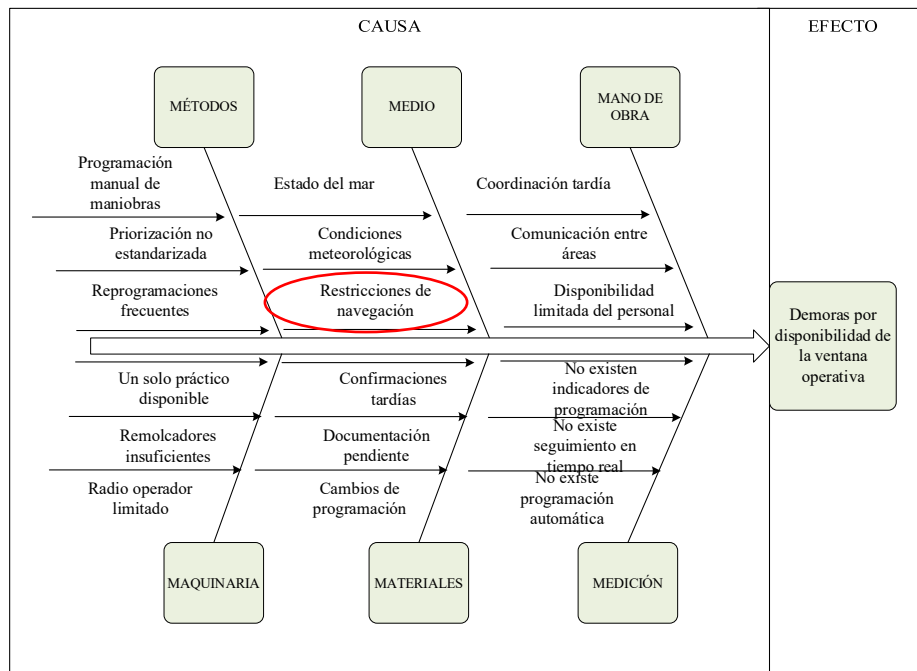
Nota. Elaborado por las autoras.

Estos resultados guardan relación con el diagrama de Ishikawa, ya que las causas priorizadas mediante el análisis de Pareto provienen de las categorías de método, medio, mano de obra, maquinaria y materiales. Mientras el diagrama de Ishikawa permitió identificar y organizar las posibles causas del problema, el diagrama de Pareto facilitó establecer cuáles de ellas tienen mayor impacto sobre la eficiencia operacional. Esta jerarquización orientó el diseño del modelo de gestión hacia los factores de mayor impacto, asegurando que las intervenciones optimicen de manera directa el desempeño de SUINLI.

Las causas raíz identificadas (Figura 18) se ejemplarizan en la programación manual de maniobras, la escasez de activos operativos, la desincronización entre áreas y la carencia de plataformas tecnológicas para la gestión de recursos en tiempo real. De igual manera, factores externos como las condiciones marítimas y las restricciones de navegación incrementan la complejidad de la programación diaria. En consecuencia, el análisis evidencia que las demoras por disponibilidad de la ventana operativa no obedecen a una única causa, sino a la interacción de diversos factores organizacionales, operativos y técnicos.

Figura 18.

Diagrama de Ishikawa de segundo nivel.

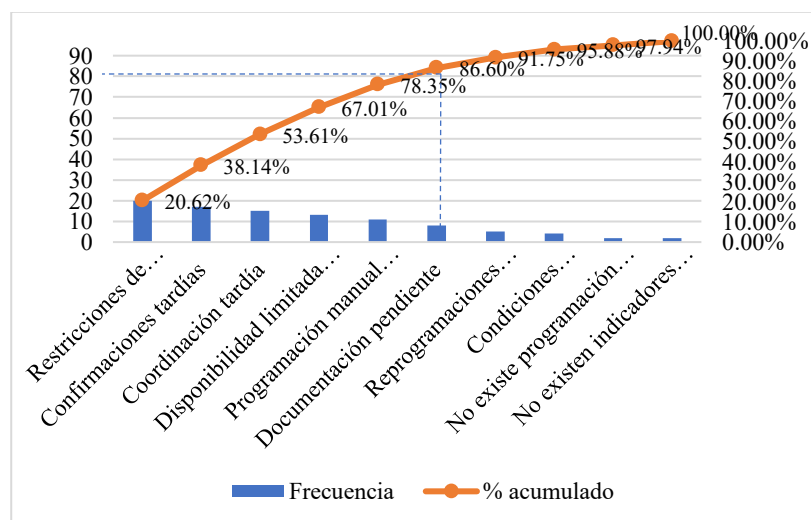


Nota. Elaborado por las autoras.

El análisis de Pareto específico para las ventanas operativas (Figura 20) determinó que el 80 % de las demoras obedece a restricciones de navegación, confirmaciones y coordinaciones extemporáneas, escasez de personal y programación manual. Esto demuestra que la ineficiencia en esta fase radica en falencias de planificación

Figura 19.

Diagrama de Pareto de las causas de las demoras por disponibilidad de la ventana.



Nota. Elaborado por las autoras.

Estos resultados complementan el análisis realizado mediante el diagrama de Ishikawa, ya que permiten priorizar las causas con mayor incidencia dentro del proceso de programación de las maniobras marítimas. Mientras el Ishikawa facilitó identificar y clasificar las posibles causas del problema, el diagrama de Pareto permitió determinar cuáles requieren mayor atención para plantear acciones de mejora. Esta priorización sirvió como base para la propuesta del modelo de gestión logística, enfocando las estrategias en reducir los tiempos de coordinación, optimizar la programación de las maniobras y mejorar la disponibilidad de los recursos operativos.

Cálculo de la eficiencia operacional del proceso actual

Con el propósito de establecer la línea base de desempeño del proceso objeto de estudio, se procedió a calcular la eficiencia operacional del proceso de gestión de maniobras marítimas. Este indicador permite evaluar el grado de cumplimiento del proceso en función de la cantidad de solicitudes atendidas respecto a la demanda diaria registrada durante la simulación.

La eficiencia operacional constituye un indicador ampliamente utilizado para medir el desempeño de los procesos logísticos, debido a que relaciona los resultados obtenidos con la capacidad requerida para satisfacer la demanda. En el presente estudio, el cálculo se fundamentó en los resultados obtenidos mediante la simulación del proceso actual desarrollada en FlexSim, considerando el número de solicitudes recibidas y el número de solicitudes completadas durante una jornada de operación.

Para el cálculo de la eficiencia operacional se empleó la siguiente expresión:

$$EO = \frac{SC}{SR} * 100$$

Donde:

- EO = eficiencia operacional (%).
- SC = solicitudes completadas.
- SR = solicitudes recibidas.

Considerando que durante la simulación ingresaron diez solicitudes y únicamente tres fueron completadas, la eficiencia operacional se obtiene de la siguiente manera:

$$EO = \frac{3}{10} * 100$$

$$EO = 30\%$$

Con el fin de resumir la información utilizada para el cálculo, la Tabla 32 presenta los parámetros considerados.

Tabla 32.

Parámetros para el cálculo de la eficiencia operacional actual.

Parámetro	Valor
Solicitudes recibidas.	10
Solicitudes completadas.	3
Solicitudes pendientes.	7
Eficiencia operacional.	30 %

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 32, la eficiencia operacional del proceso actual alcanza únicamente el 30 %, lo que evidencia que la capacidad de atención del sistema resulta insuficiente para satisfacer la demanda diaria de solicitudes de maniobra. En consecuencia, el 70 % de las solicitudes permanece pendiente de atención al finalizar la jornada de operación, afectando la continuidad de las actividades logísticas del terminal.

Este resultado guarda relación con los hallazgos obtenidos durante el estudio de tiempos, el análisis de Pareto y el diagrama de Ishikawa, donde se identificó que las mayores pérdidas de tiempo se concentran en las actividades de espera por documentación, disponibilidad de la ventana operativa, coordinación entre recursos y disponibilidad limitada de personal y equipos. En este sentido, el valor obtenido constituye la línea base sobre la cual se evalúa el impacto del modelo de gestión logística propuesto.

Diseño del modelo de gestión logística propuesto

El modelo de gestión logística propuesto (TO-BE) integra políticas operativas, procedimientos estandarizados, mecanismos de coordinación, herramientas tecnológicas y flujos de información orientados a reducir los tiempos improductivos identificados durante el diagnóstico. Su estructura prioriza la planificación anticipada de las maniobras, la validación documental, la disponibilidad de recursos y la coordinación entre las áreas involucradas, buscando mejorar el aprovechamiento de la capacidad operativa del terminal.

Figura 20.

Modelo de gestión logística propuesto.



Nota. Elaborado por las autoras.

El modelo establece un flujo operativo estandarizado que permite anticipar las restricciones documentales, operativas y de coordinación antes de la ejecución de las maniobras. De esta manera, se busca disminuir las esperas, mejorar la utilización de los recursos disponibles y fortalecer el control de las operaciones mediante indicadores de desempeño y seguimiento continuo

3.3. Propuesta

3.3.1. Título de la propuesta

Modelo de gestión logística para la optimización de la eficiencia operativa de SUINLI.

3.3.2. Objetivo de la propuesta

Diseñar un modelo de gestión logística orientado a optimizar el proceso de gestión de maniobras marítimas mediante la estandarización de procedimientos, la optimización de la programación operativa, el fortalecimiento de la coordinación entre recursos y la implementación de indicadores de desempeño, con la finalidad de incrementar la eficiencia operacional de SUINLI.

3.3.3. Fundamentación de la propuesta

Los resultados obtenidos durante el diagnóstico permitieron identificar que la principal limitación del proceso de gestión de maniobras marítimas corresponde a la existencia de actividades que generan tiempos improductivos, principalmente asociados a la espera por disponibilidad de la ventana operativa, demoras ocasionadas por documentación incompleta, limitada disponibilidad de recursos operativos y deficiencias en la coordinación entre las áreas involucradas.

De igual manera, los resultados obtenidos mediante la simulación en FlexSim mostraron que, bajo las condiciones actuales de operación, el terminal consigue atender solamente tres de las diez solicitudes recibidas durante una jornada laboral, lo que representa una eficiencia operacional del 30 %. Este comportamiento también fue respaldado por el estudio de tiempos, el análisis de Pareto y los diagramas de Ishikawa, herramientas que facilitaron la identificación de las causas principales asociadas al bajo desempeño del proceso.

3.3.4. Modelo de gestión logística propuesto

El modelo propuesto se estructura en cinco componentes integrados que permiten controlar el proceso de gestión de maniobras marítimas desde la recepción de la solicitud hasta el cierre de la operación. Cada componente responde directamente a las causas críticas identificadas durante el diagnóstico, permitiendo reducir los tiempos improductivos y mejorar la utilización de los recursos disponibles.

3.3.5. Desarrollo de la propuesta

Como resultado del diagnóstico realizado en SUINLI, se diseñó un modelo de gestión logística orientado a intervenir las principales causas que afectan la eficiencia operacional del proceso de gestión de maniobras marítimas. Las estrategias propuestas fueron formuladas con base en los resultados del estudio de tiempos, la simulación del proceso actual, el análisis de Pareto y los diagramas de Ishikawa, priorizando aquellas actividades que concentran la mayor proporción de tiempos improductivos.

3.3.5.1. Optimización de la disponibilidad de la ventana operativa

La espera por la disponibilidad de la ventana operativa fue identificada como el principal problema del proceso de gestión de maniobras marítimas, con un tiempo promedio de 120 minutos, equivalente a cerca de un tercio del tiempo total del proceso. Este escenario obedece a la programación manual de maniobras, la ausencia de criterios de priorización y las brechas en la coordinación logística. Como consecuencia, la acumulación de retrasos autoritativos quiebra la continuidad operativa, incrementa las latencias de proceso y reduce la capacidad diaria de atención del terminal.

Tabla 33.

Plan de mejora para la programación de maniobras marítimas.

Elemento	Situación actual	Propuesta
Programación de maniobras.	Manual y reactiva.	Programación diaria estandarizada.
Priorización.	No existe un criterio definido.	Priorización por tipo de maniobra, horario y disponibilidad de recursos.
Actualización.	Cuando ocurre un cambio.	Actualización permanente durante la jornada.

Comunicación.	Llamadas telefónicas y radio.	Registro y actualización en SUPERLIB.
Responsable.	Operador de turno.	Coordinador de maniobras.

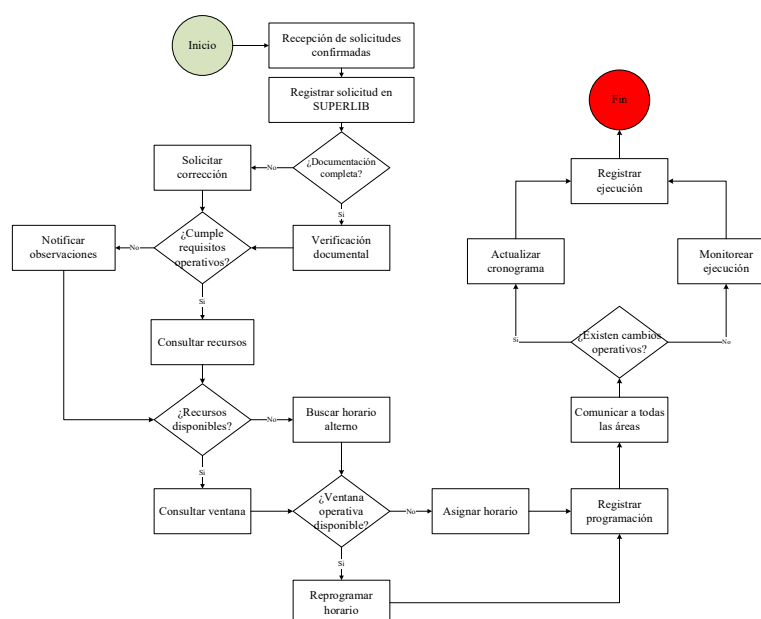
Nota. Elaborado por las autoras.

La propuesta establece que al inicio de cada jornada operativa el Coordinador de Maniobras elabora una programación preliminar considerando todas las solicitudes confirmadas para el día. Posteriormente, verifica la disponibilidad de prácticos, remolcadores, operadores de radio, inspectores y demás recursos necesarios para cada operación. Una vez confirmada esta información, el cronograma es registrado en el sistema SUPERLIB y comunicado a todas las áreas involucradas.

Durante el desarrollo de la jornada, cualquier cambio ocasionado por condiciones climáticas, falta de disponibilidad de recursos o requerimientos extraordinarios debe incorporarse de manera inmediata al cronograma. De esta forma, las áreas involucradas pueden trabajar con información actualizada y se reducen las reprogramaciones que no sean necesarias. La aplicación de este procedimiento permite anticipar las decisiones relacionadas con la asignación de horarios y contribuir a disminuir los tiempos improductivos generados por las esperas durante las operaciones.

Figura 21.

Flujograma de procedimiento propuesto para la programación diaria de maniobras marítimas.



Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados esperados muestran que la implementación de la programación diaria permite reducir el tiempo promedio de espera por disponibilidad de la ventana operativa de 120 a 55 minutos, lo que representa una disminución del 54.17 %. Esta reducción favorece una mejor utilización de los recursos disponibles, disminuye las reprogramaciones y permite incrementar el número de solicitudes atendidas durante la jornada de trabajo.

Tabla 34.

Impacto esperado de la implementación de la programación diaria.

Indicador	Situación actual	Situación propuesta	Mejora esperada
Tiempo de espera por ventana operativa.	120 min.	55 min.	54.17 %
Reprogramaciones diarias.	Frecuentes.	Ocasionales.	Alta reducción.
Flujo operativo.	Discontinuo.	Continuo.	Mejora del proceso.
Coordinación entre áreas.	Parcial.	Integrada.	Alta.

Nota. Elaborado por las autoras.

3.3.5.2.Estandarización de la gestión documental

Las demoras ocasionadas por documentación incompleta o con observaciones fueron identificadas como el segundo problema de mayor incidencia dentro del proceso de gestión de maniobras marítimas, representando uno de los principales factores que retrasan la autorización de las operaciones. El estudio de tiempos determinó que las actividades de revisión documental y espera por correcciones consumen en conjunto aproximadamente 95 minutos, generando interrupciones en el flujo operativo y retrasando la programación de las maniobras.

Durante el levantamiento de información se evidenció que gran parte de las observaciones se originan por documentos incompletos, inconsistencias en la información presentada por los agentes navieros, ausencia de un procedimiento estandarizado para la recepción documental y falta de un mecanismo de verificación previo al registro de la solicitud en el sistema SUPERLIB. Como resultado, la admisión de solicitudes con datos erróneos o incompletos desencadena reprocesos administrativos y latencias evitables, comprometiendo la eficiencia en la etapa de ingreso.

Para eliminar estas latencias, se plantea un protocolo estandarizado de recepción y validación documental. La propuesta incorpora listas de chequeo (checklist), criterios normativos de aceptación y una fase de pre revisión obligatoria previa al registro en el sistema informático. Con ello, se busca disminuir los errores desde el inicio del proceso y evitar retrasos derivados de correcciones posteriores.

La propuesta se fundamenta en los principios de la gestión por procesos (Business Process Management - BPM) y en las herramientas de aseguramiento de la calidad basadas en listas de verificación (checklist), las cuales permiten controlar el cumplimiento de los requisitos establecidos antes de iniciar una actividad, reduciendo errores, reprocesos y tiempos improductivos.

Tabla 35.

Plan de mejora para la gestión documental.

Elemento	Situación actual	Propuesta
Recepción documental.	Sin procedimiento uniforme.	Recepción mediante checklist estandarizado.
Validación.	Depende del criterio del operador.	Validación con criterios previamente definidos.
Correcciones.	Durante el proceso.	Antes del registro en SUPERLIB.
Registro.	Se registra información incompleta.	Solo se registran solicitudes conformes.
Control documental.	Manual.	Registro y control digital.

Nota. Elaborado por las autoras.

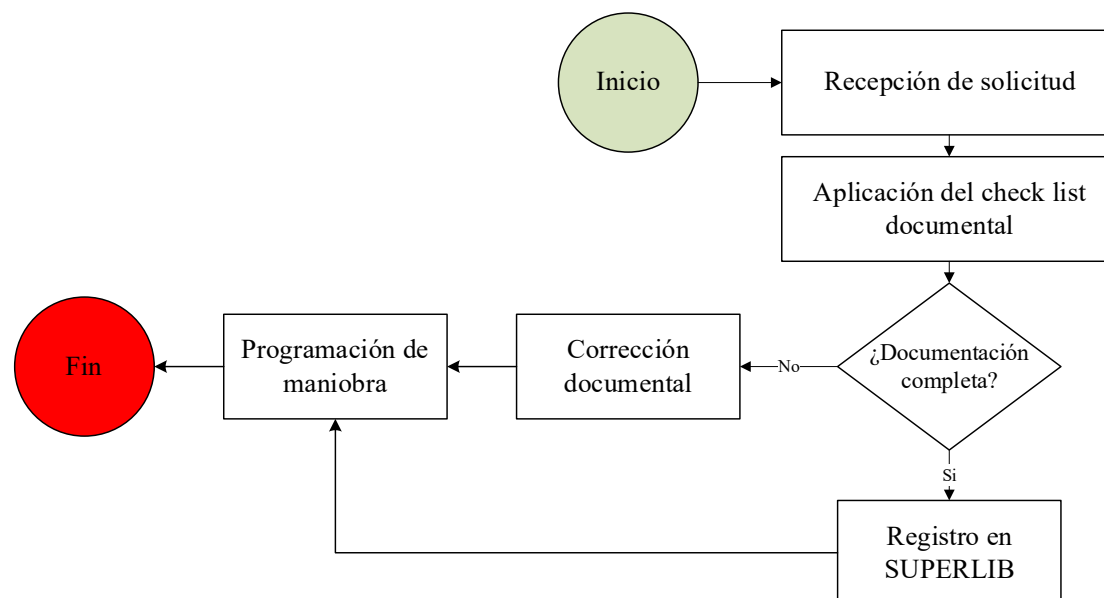
El procedimiento propuesto establece que toda solicitud presentada por el agente naviero debe ser sometida inicialmente a una revisión documental utilizando una lista de verificación estandarizada. Durante esta actividad el operador comprueba la existencia, vigencia y consistencia de todos los documentos requeridos para la ejecución de la maniobra.

En caso de detectarse inconsistencias, la solicitud es devuelta inmediatamente para su corrección sin ingresar al flujo operativo, evitando que las observaciones sean detectadas en etapas posteriores del proceso. Una vez verificados todos los requisitos, el operador procede al registro de la información en el sistema SUPERLIB y continua con la programación de la maniobra.

La aplicación de este procedimiento permite disminuir considerablemente las actividades de reproceso, mejorar la calidad de la información registrada y reducir el tiempo destinado a la revisión documental.

Figura 22.

Flujograma de procedimiento propuesto para la gestión documental.



Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados proyectados indican que la aplicación del procedimiento permitiría disminuir el tiempo destinado a la revisión documental de 20 a 12 minutos. De igual manera, el tiempo de espera generado por documentación incompleta se reduciría de 75 a 25 minutos. En términos generales, se estima una disminución de 58 minutos por cada solicitud, lo que favorecería la continuidad del proceso y reduciría de manera considerable los reprocesos de carácter administrativo.

Tabla 36.

Impacto esperado de la estandarización documental.

Indicador	Situación actual	Situación propuesta	Mejora esperada
Tiempo de revisión documental.	20 min.	12 min.	40.00 %
Espera por documentación.	75 min.	25 min.	66.67 %
Reprocesos documentales.	Frecuentes.	Ocasionales.	Alta reducción.
Calidad de la información.	Variable.	Estandarizada.	Mejora significativa.

Nota. Elaborado por las autoras.

3.3.5.3. Optimización de la disponibilidad de recursos operativos

La disponibilidad de recursos operativos constituye uno de los factores más importantes para garantizar la continuidad de las maniobras marítimas dentro de SUINLI. Durante el diagnóstico realizado se identificó que la disponibilidad actual de prácticos, remolcadores, lanchas de apoyo, operadores de radio e inspectores resulta inferior a los requerimientos necesarios para atender oportunamente la demanda diaria de solicitudes, ocasionando retrasos en la programación y ejecución de las maniobras. La evaluación de los recursos disponibles permitió evidenciar que varias actividades permanecen en espera hasta que los recursos concluyen la atención de una maniobra anterior, generando tiempos improductivos que afectan directamente la eficiencia operacional del terminal.

Con el propósito de mejorar la utilización de los recursos existentes, la propuesta plantea la implementación de un procedimiento de asignación planificada basado en criterios de prioridad operativa, disponibilidad de recursos y secuencia de atención de solicitudes. Esta estrategia prioriza la maximización de la capacidad instalada y la eficiencia operacional antes de comprometer gasto de capital en nueva infraestructura o equipamiento.

La propuesta aplica principios de gestión de recursos y planificación logística para optimizar la capacidad instalada a partir de los activos disponibles. De este modo, se minimizan las latencias operativas y se maximiza el throughput del terminal durante la jornada laboral.

Tabla 37.

Plan de optimización de recursos operativos.

Recurso	Situación actual	Estrategia propuesta
Prácticos.	Asignación según disponibilidad inmediata.	Programación anticipada por jornada.
Remolcadores.	Solicitud individual.	Asignación coordinada mediante programación diaria.
Lanchas de apoyo.	Disponibilidad variable.	Reserva previa según cronograma.
Radio operadores.	Comunicación independiente.	Coordinación centralizada.
Inspectores.	Atención por orden de llegada.	Priorización según programación.

Nota. Elaborado por las autoras.

La propuesta establece que todos los recursos operativos son asignados al inicio de la jornada utilizando la programación diaria elaborada previamente. De esta manera es posible conocer con anticipación la disponibilidad de cada recurso, evitando conflictos de asignación y reduciendo los tiempos de espera entre maniobras consecutivas. Asimismo, cuando ocurra alguna modificación en la programación, el Coordinador de Maniobras actualiza inmediatamente la disponibilidad de recursos dentro del sistema SUPERLIB para que todas las áreas involucradas dispongan de información en tiempo real.

Esta actualización permite mejorar la coordinación entre los responsables del proceso, facilitar la toma oportuna de decisiones y reducir los retrasos derivados de cambios operativos. De esta manera, se disminuye las esperas ocasionadas por conflictos en la asignación de recursos y se optimiza el aprovechamiento de la capacidad instalada del terminal.

Tabla 38.

Beneficios esperados de la optimización de recursos.

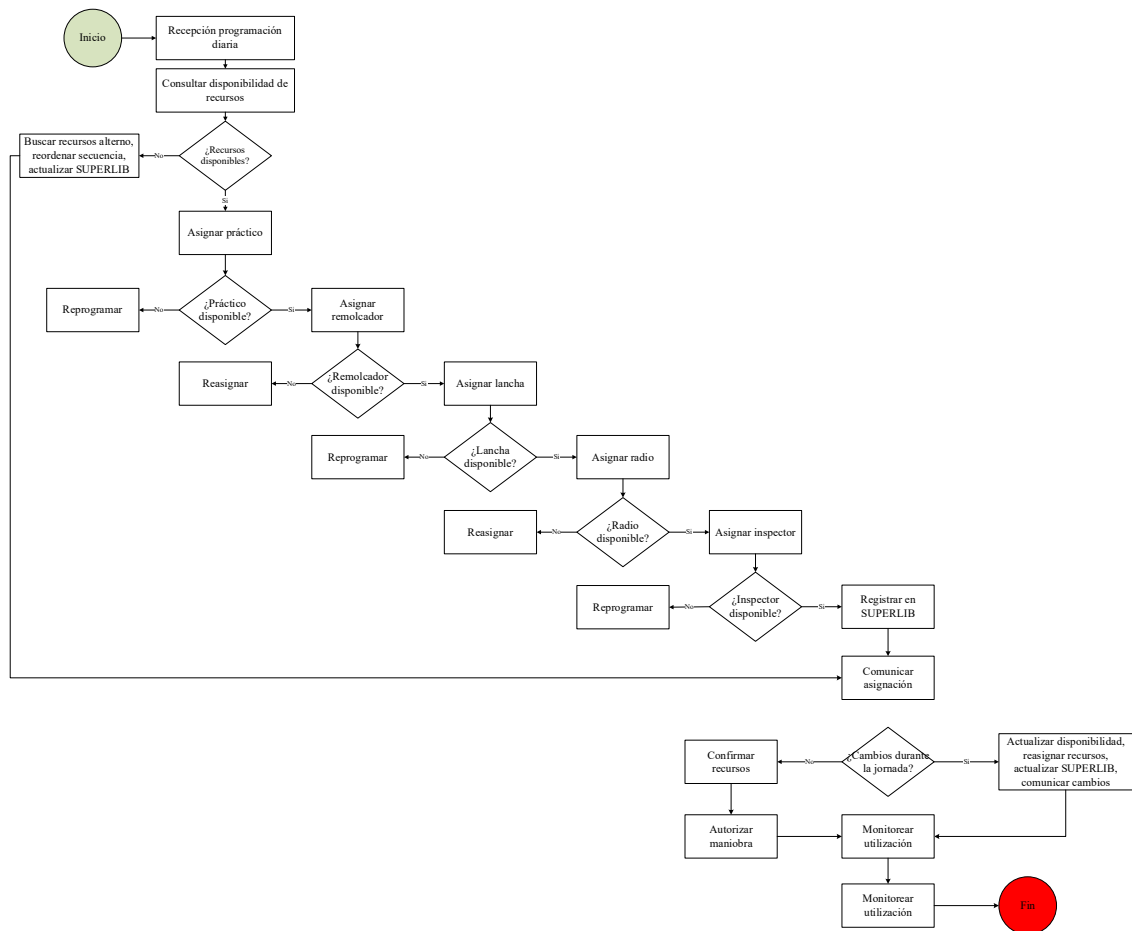
Indicador	Situación actual	Situación propuesta	Mejora esperada
Tiempo de coordinación de recursos.	20 min.	12 min.	40.00 %
Tiempo de ejecución de maniobra.	45 min.	35 min.	22.22 %
Tiempo de supervisión.	20 min.	15 min.	25.00 %
Utilización de recursos.	Parcial.	Coordinada.	Alta.

Nota. Elaborado por las autoras.

Como resultado de esta estrategia se espera reducir los tiempos asociados a la coordinación de recursos de 20 a 12 minutos, así como disminuir el tiempo promedio de ejecución de las maniobras de 45 a 35 minutos mediante una mejor preparación previa de los recursos operativos. De igual forma, la supervisión de las maniobras disminuye de 20 a 15 minutos, producto de una mejor sincronización entre las áreas responsables del proceso.

Figura 23.

Flujograma de procedimiento propuesto para la asignación de recursos operativos.



Nota. Elaborado por las autoras.

3.3.6. Modelo matemático propuesto

El modelo matemático propuesto constituye la herramienta de optimización que permite apoyar la toma de decisiones dentro del proceso de gestión de maniobras marítimas de SUINLI. Su finalidad es determinar la asignación más eficiente de los recursos operativos disponibles durante la jornada laboral, buscando incrementar el número de solicitudes atendidas sin necesidad de incorporar recursos adicionales.

La formulación del modelo responde a los resultados obtenidos durante el diagnóstico del sistema actual, donde se identificó que la limitada disponibilidad de recursos, la existencia de tiempos improductivos y la falta de una programación estructurada reducen significativamente la capacidad de atención del terminal. En este contexto, el modelo matemático complementa las estrategias planteadas anteriormente,

proporcionando un criterio cuantitativo para la asignación de recursos y la programación de las maniobras.

La metodología utilizada corresponde a un modelo de Programación Lineal Entera Binaria, debido a que las decisiones relacionadas con la atención de una solicitud únicamente pueden asumir dos estados: la maniobra es atendida o no es atendida durante la jornada de trabajo. Esta característica convierte al problema en un modelo de optimización de naturaleza discreta, ampliamente utilizado en problemas de asignación de recursos y programación logística.

3.3.6.1. Definición de conjuntos

Para la formulación del modelo se consideran los siguientes conjuntos:

Tabla 39.

Conjuntos del modelo.

Símbolo	Descripción
(I)	Conjunto de solicitudes de maniobra recibidas durante la jornada.
(R)	Conjunto de recursos operativos disponibles.

Nota. Elaborado por las autoras.

En el presente estudio se considera una demanda promedio de diez solicitudes de maniobra por jornada laboral, las cuales corresponden al conjunto $I = \{1, 2, \dots, 10\}$. Asimismo, el conjunto de recursos está conformado por los prácticos, remolcadores, operadores de radio, inspectores y lanchas de apoyo requeridos para la ejecución de cada maniobra.

3.3.6.2. Parámetros

Los parámetros representan los valores conocidos del sistema y constituyen los datos de entrada utilizados para la formulación del modelo matemático. Los parámetros del modelo se calibraron con datos de campo de SUINLI, integrando los resultados del estudio de tiempos, la disponibilidad de activos y las restricciones operativas de las maniobras marítimas. Esta parametrización garantiza una representación fiel del comportamiento dinámico de la programación diaria.

En la Tabla 41 se detallan los parámetros empleados para formular el modelo matemático. Estos elementos permiten representar la capacidad operativa del sistema, así

como las restricciones asociadas al tiempo disponible y al uso de los recursos durante la jornada. Estos parámetros constituyen la base para el desarrollo de las ecuaciones del modelo, ya que permiten representar cuantitativamente las condiciones reales bajo las cuales se programan las maniobras marítimas en el terminal.

Tabla 40.

Parámetros del modelo.

Parámetro	Descripción
T	Tiempo disponible de operación durante la jornada (1440 minutos).
t_i	Tiempo requerido para ejecutar la solicitud i .
a_{ir}	Cantidad del recurso (r) requerida por la solicitud i .
C_r	Cantidad disponible del recurso r .

Nota. Elaborado por las autoras.

El tiempo disponible corresponde a una jornada operativa continua de 24 horas, equivalente a 1440 minutos, considerando que SUINLI mantiene operaciones ininterrumpidas durante todo el día. Por su parte, el tiempo requerido para cada solicitud fue determinado mediante el estudio de tiempos desarrollado durante el diagnóstico, mientras que los parámetros relacionados con los recursos disponibles fueron establecidos a partir del análisis de la disponibilidad de prácticos, remolcadores, radioperadores e inspectores que intervienen en las maniobras.

La Tabla 41 presenta la comparación del tiempo promedio requerido para completar una solicitud de maniobra marítima antes y después de la implementación del modelo de gestión logística propuesto. Estos valores fueron obtenidos a partir del estudio de tiempos realizado durante el diagnóstico y de los resultados generados por el modelo matemático aplicado al escenario propuesto.

Tabla 41.

Tiempo promedio del proceso.

Situación	Tiempo promedio
Proceso actual	368 minutos
Proceso propuesto	227 minutos

Nota. Elaborado por las autoras.

Como resultado de la implementación de las estrategias de mejora, el tiempo promedio requerido para completar una solicitud disminuye de 368 minutos a 227

minutos, lo que representa una reducción de 141 minutos, equivalente al 38,32 % del tiempo total del proceso. Esta contracción del tiempo de ciclo responde a la optimización de las actividades críticas: agilización del trámite documental, sincronización de la ventana operativa, articulación Inter área y mayor eficiencia en las maniobras. En consecuencia, el terminal incrementa su capacidad de procesamiento diario, optimizando su indicador global de eficiencia.

3.3.6.3.Variable de decisión

La variable de decisión representa el elemento principal del modelo de optimización, ya que permite establecer cuáles solicitudes de maniobra marítima son programadas para su ejecución durante la jornada operativa. Su definición resulta indispensable porque determina el conjunto de solicitudes que conforma la programación diaria, considerando las restricciones de tiempo y disponibilidad de recursos establecidas en el modelo matemático. De esta manera, la variable de decisión constituye la base para el desarrollo de la función objetivo y de las restricciones del sistema.

La variable de decisión utilizada en el modelo es de naturaleza binaria, debido a que cada solicitud únicamente puede asumir dos estados posibles: ser atendida durante la jornada de operación o permanecer pendiente para una programación posterior. Esta representación facilita la formulación del problema mediante programación lineal entera binaria y permite obtener soluciones factibles que reflejan las condiciones reales de operación de SUINLI.

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si la solicitud } i \text{ es atendida} \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

3.3.6.4.Función objetivo

El objetivo principal del modelo consiste en maximizar el número total de solicitudes atendidas durante la jornada operativa.

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i \in I} x_i$$

La función objetivo busca incrementar la capacidad operativa del terminal mediante una mejor utilización de los recursos disponibles. En lugar de minimizar tiempos de manera aislada, el modelo procura maximizar el número de maniobras

ejecutadas durante la jornada laboral, indicador directamente relacionado con la eficiencia operacional definida en la investigación.

3.3.6.5. Restricción de tiempo disponible

El tiempo total utilizado por las solicitudes seleccionadas no podrá superar el tiempo efectivo disponible durante la jornada. Esta restricción garantiza que únicamente se programen las maniobras que puedan ejecutarse dentro de la jornada operativa de dieciséis horas. De esta forma se evita generar una programación imposible de cumplir y se asegura la factibilidad del modelo.

$$\sum_{i \in I} t_i x_i \leq T$$

3.3.6.6. Restricciones de disponibilidad de recursos

Para cada recurso operativo disponible se plantea la siguiente restricción.

$$\sum_{i \in I} a_{ir} x_i \leq C_r \quad \forall r \in R$$

Esta restricción asegura que el número de recursos asignados a las maniobras seleccionadas no supere la disponibilidad real del terminal. Su inclusión responde directamente al diagnóstico realizado, donde se evidenció una limitada disponibilidad de prácticos, remolcadores, operadores de radio, inspectores y lanchas de apoyo.

Tabla 42.

Disponibilidad de recursos considerada en el modelo.

Recurso	Disponible
Prácticos.	1
Remolcadores.	3
Lanchas de apoyo.	2
Radio operadores.	1
Inspectores.	1

Nota. Elaborado por las autoras.

3.3.6.7. Restricción de asignación única

Cada solicitud únicamente podrá ser atendida una vez.

$$x_i \in \{0,1\}$$

La naturaleza del problema establece que una misma solicitud no puede ejecutarse parcialmente ni atenderse más de una vez durante la jornada operativa. Por esta razón, la variable de decisión es binaria.

3.3.6.8. Índice de priorización logística

Con el propósito de fortalecer el modelo propuesto, se incorpora un índice de priorización logística que permite establecer el orden de atención de las solicitudes de maniobra considerando criterios operativos asociados a la disponibilidad de recursos, la documentación presentada y las condiciones de programación del terminal.

El índice pondera tanto la duración estimada de la maniobra como la madurez documental y operativa de la solicitud. Bajo este esquema de jerarquización, las órdenes validadas con cumplimiento técnico completo reciben preferencia de despacho. Esta lógica resulta determinante en escenarios de sobredemanda, pues optimiza la asignación de recursos limitados según perfiles de viabilidad operativa.

Tabla 43.

Criterios considerados para el índice de priorización logística.

Criterio	Descripción	Peso (%)
Documentación completa.	Solicitud sin observaciones.	30
Disponibilidad de recursos.	Recursos disponibles para la maniobra.	25
Ventana operativa confirmada.	Horario operativo disponible.	25
Coordinación entre áreas.	Recursos coordinados previamente.	20

Nota. Elaborado por las autoras.

Cada criterio recibe una ponderación de acuerdo con su importancia dentro del proceso de gestión de maniobras marítimas. La suma de las ponderaciones equivale al 100 %, consintiendo automatizar un índice único para cada solicitud.

Cálculo del índice

El índice de priorización logística se determina mediante la siguiente expresión:

$$P_i = \sum_{k=1}^4 w_k c_{ik}$$

Donde:

P_i = Índice de prioridad de la solicitud i.

w_k = Peso asignado al criterio k.

c_{ik} = Valor obtenido por la solicitud i en el criterio k.

Esta ecuación permite considerar el nivel de preparación de cada solicitud manipulando un único indicador. Como resultado, el Coordinador de Maniobras puede establecer una programación basada en criterios objetivos y no únicamente en el orden de llegada de las solicitudes.

3.3.6.9. Función objetivo mejorada

El objetivo del modelo matemático consiste en maximizar el número de solicitudes de maniobra atendidas durante la jornada operativa, considerando las restricciones de tiempo y disponibilidad de recursos existentes en SUINLI.

La función objetivo se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Maximizar} = \sum_{i=1}^{10} x_i$$

Donde:

Z Número total de solicitudes atendidas durante la jornada.

x_i Variable binaria asociada a la solicitud i.

La función objetivo busca maximizar el número de solicitudes procesadas durante una jornada operativa, incrementando la capacidad de atención del terminal mediante una mejor planificación logística y utilización de los recursos disponibles. De esta manera, se contribuye directamente a mejorar la eficiencia operacional, indicador principal de la presente investigación.

3.3.6.10. Restricción de tiempo disponible

El tiempo total requerido para ejecutar las solicitudes seleccionadas no podrá superar el tiempo disponible de operación del terminal.

$$\sum_{i=1}^{10} t_i x_i \leq 1440$$

Donde:

t_i Tiempo requerido para procesar la solicitud i.

1440 Tiempo disponible durante la jornada operativa (24 horas).

Esta restricción garantiza que el tiempo total requerido por las solicitudes seleccionadas no exceda la capacidad operativa del terminal durante una jornada continua de veinticuatro horas, asegurando que la programación obtenida sea técnicamente factible.

3.3.6.11. Restricción de disponibilidad de recursos

Cada maniobra requiere la utilización de recursos operativos cuya disponibilidad es limitada. Por ello, la cantidad total de recursos asignados no puede superar la capacidad disponible del terminal.

La restricción se expresa como:

$$\sum_{i=1}^{10} a_{ir} x_i \leq C_r \quad \forall r$$

Donde:

a_{ir} Cantidad del recurso r requerida por la solicitud i.

C_r Cantidad disponible del recurso r.

Esta restricción representa las limitaciones reales de disponibilidad de prácticos, remolcadores, inspectores, radio operadores y lanchas de apoyo identificadas durante el levantamiento de información.

3.3.6.12. Restricción de naturaleza de las variables

Cada solicitud únicamente puede ser atendida o quedar pendiente durante la jornada operativa.

Por tanto,

$$x_i \in \{0,1\}$$

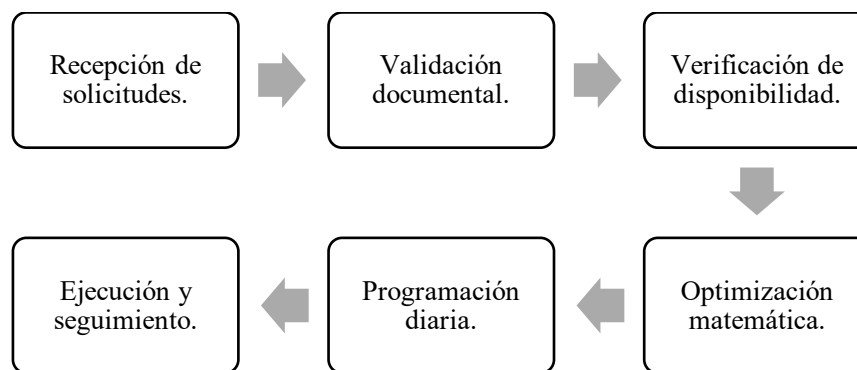
La variable de decisión es binaria debido a que una solicitud no puede atenderse parcialmente. Su estado únicamente puede ser ejecutada o no ejecutada.

3.3.6.13. Procedimiento de aplicación del modelo

La aplicación del modelo matemático propuesto comprende cinco etapas secuenciales que permiten transformar la información operativa en una programación optimizada de las maniobras marítimas. Cada etapa organiza de manera sistemática el procesamiento de la información, desde la recopilación de los datos necesarios hasta la obtención de una secuencia de atención que facilite la asignación eficiente de los recursos y la reducción de los tiempos de espera.

Figura 24.

Procedimiento para la aplicación del modelo matemático.



Nota. Elaborado por las autoras.

El procedimiento inicia con la recepción de las solicitudes de maniobra, seguido de la validación documental y la verificación de la disponibilidad de los recursos operativos. Posteriormente, el modelo matemático determina la combinación de solicitudes que maximiza la capacidad de atención sin exceder el tiempo disponible ni la disponibilidad de recursos. Finalmente, la programación obtenida es ejecutada y monitoreada mediante los indicadores de desempeño establecidos en la investigación.

Tabla 44.

Etapas de aplicación del modelo matemático.

Etapas	Actividad	Resultado esperado
1	Recepción de solicitudes.	Solicitudes registradas.
2	Validación documental.	Solicitudes completas.
3	Verificación de recursos disponibles.	Recursos asignados.
4	Optimización matemática.	Programación óptima.
5	Ejecución y seguimiento.	Solicitudes atendidas.

Nota. Elaborado por las autoras.

3.3.6.14. Validación del modelo matemático

Con el propósito de verificar la factibilidad del modelo propuesto, se sustituyeron los valores obtenidos durante el diagnóstico del proceso.

Para el escenario de mejora se consideró:

- Solicitudes recibidas por jornada: 10.
- Tiempo disponible: 1,440 minutos.
- Tiempo promedio por solicitud: 227 minutos.

La capacidad teórica del sistema se obtiene mediante la expresión:

$$\frac{1,440}{227} = 6,34$$

Dado que únicamente pueden ejecutarse solicitudes completas, el modelo determina la atención de seis solicitudes durante la jornada operativa.

Tabla 45.

Resultado de la validación del modelo.

Parámetro	Valor
Tiempo disponible.	1,440 min.
Tiempo promedio por solicitud.	227 min.
Solicitudes recibidas.	10
Solicitudes atendidas.	6
Solicitudes pendientes.	4
Tiempo utilizado.	1,362 min.
Tiempo disponible restante.	78 min

Nota. Elaborado por las autoras.

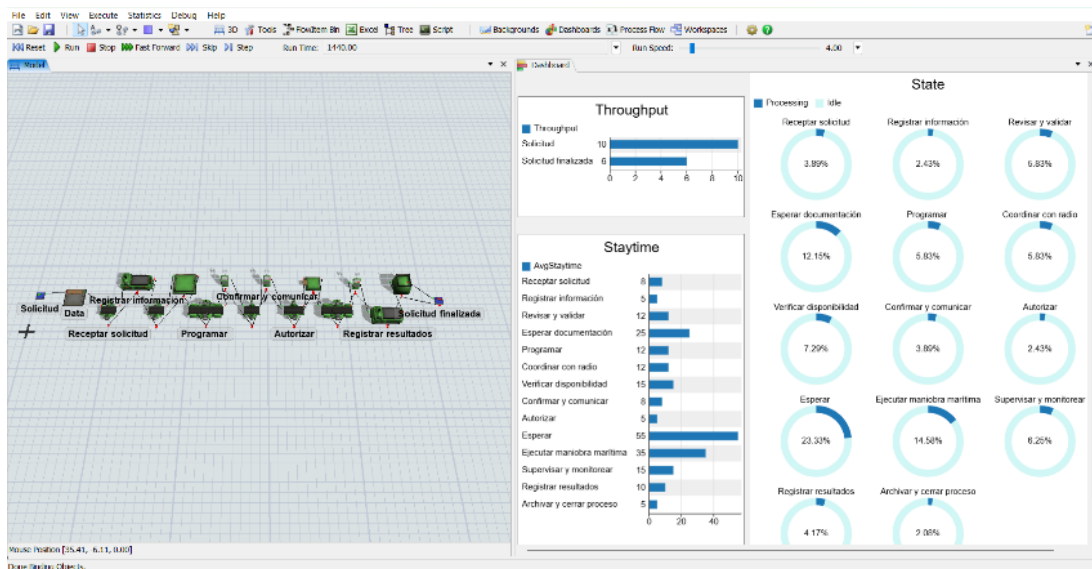
Como se observa en la Tabla 46, el modelo matemático determina que es posible atender seis solicitudes durante la jornada operativa, utilizando 1,362 minutos del tiempo disponible. El tiempo restante corresponde a un margen operativo que permite absorber pequeñas variaciones propias de la operación portuaria sin afectar la programación establecida. Los resultados obtenidos son consistentes con la simulación desarrollada en FlexSim, donde también se alcanzó una atención de seis solicitudes por jornada, validando la factibilidad técnica de la propuesta.

3.3.7. Validación de la propuesta mediante simulación

Con el propósito de evaluar el comportamiento del modelo de gestión logística propuesto, se desarrolló una nueva simulación del proceso utilizando el software FlexSim. El modelo de simulación incorporó las distribuciones de tiempo optimizadas tras las mejoras, manteniendo una demanda constante de diez solicitudes diarias y las restricciones reales de capacidad del terminal. Este contraste escenográfico cuantificó la ganancia de capacidad operativa resultante de la mitigación de tiempos improductivos.

Figura 25.

Resultados de la simulación del modelo de gestión logística propuesto en FlexSim.



Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Figura 25, la implementación del modelo de gestión logística permitió incrementar la capacidad de atención del terminal, alcanzando la finalización de seis solicitudes de maniobra durante la jornada operativa, frente a las tres solicitudes atendidas en el escenario inicial. Este resultado representa una mejora del 100 % en la capacidad operativa del proceso.

Además, los tiempos de permanencia en los principales cuellos de botella mostraron un contratiempo sustancial: la latencia por validación documental se redujo de 75 a 25 minutos, mientras que la espera por ventana operativa descendió de 120 a 55 minutos, acompañada de una agilización en la coordinación y ejecución de maniobras.

El análisis de estados del sistema confirma un balance de carga más homogéneo entre activos, contrayendo el tiempo ocioso y la formación de colas. En consecuencia, la estandarización documental, la programación anticipada y la formulación matemática de la logística optimizan la fluidez del proceso global. En consecuencia, la simulación confirma que las estrategias propuestas permiten incrementar la eficiencia operacional sin requerir modificaciones en la infraestructura física del terminal, optimizando únicamente la gestión de los procesos y la asignación de los recursos disponibles.

Tabla 46.

Comparación de indicadores antes y después de la propuesta.

Indicador	Situación actual	Propuesta	Mejora
Solicitudes recibidas.	10	10	—
Solicitudes completadas.	3	6	+100 %
Solicitudes pendientes.	7	4	-42,86 %
Espera por documentación.	75 min	25 min	-66,67 %
Espera por ventana operativa.	120 min	55 min	-54,17 %
Revisión documental.	20 min	12 min	-40,00 %
Coordinación operativa.	20 min	12 min	-40,00 %
Ejecución de maniobra.	45 min	35 min	-22,22 %

Nota. Elaborado por las autoras.

Los resultados comparativos evidencian que el modelo de gestión logística incrementó de manera importante el desempeño operativo del terminal. La principal mejora corresponde al número de solicitudes atendidas, el cual pasó de tres a seis maniobras por jornada, duplicando la capacidad operativa del sistema. De manera paralela, la disminución de los tiempos de espera y de las actividades que presentaban mayores dificultades contribuyó a reducir los cuellos de botella identificados durante el diagnóstico inicial.

En términos generales, los resultados obtenidos respaldan la validez del modelo matemático planteado y muestran que el uso de herramientas de gestión logística, complementadas con la simulación de eventos discretos en FlexSim, representa una alternativa técnicamente factible para fortalecer la eficiencia operacional de SUINLI, sin requerir un aumento de la infraestructura física existente.

3.3.8. Resumen del modelo matemático

El modelo matemático propuesto corresponde a un modelo de Programación Lineal Entera Binaria orientado a maximizar la cantidad de solicitudes de maniobra atendidas durante la jornada operativa de SUINLI, considerando las restricciones propias de disponibilidad de recursos, tiempos de ejecución y secuencia operativa. La formulación completa del modelo se resume mediante las siguientes expresiones.

Función objetivo

$$Max Z = \sum_{i=1}^n P_i x_i$$

Donde:

- Z : Número total de solicitudes priorizadas atendidas.
- P_i : índice de prioridad logística de la solicitud i .
- x_i : Variable binaria.

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si la solicitud } i \text{ es atendida} \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Índice de prioridad logística

$$P_i = \sum_{k=1}^m w_k c_{ik}$$

Donde:

- w_k : peso asignado al criterio k .
- c_{ik} : cumplimiento del criterio k para la solicitud i .

Restricción de tiempo disponible

Como el terminal opera de forma continua durante una jornada de 24 horas, el tiempo total destinado a las maniobras no puede superar los 1440 minutos disponibles.

$$\sum_{i=1}^n t_i x_i \leq 1440$$

Restricción de disponibilidad de recursos

Cada maniobra requiere la asignación simultánea de recursos operativos especializados.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \leq R_j \quad \forall j$$

Donde:

- a_{ij} : recurso j requerido por la solicitud i.
- R_j : recursos disponibles.

Restricción de secuencia operativa

Debido a la limitada disponibilidad de recursos, las maniobras se ejecutan de forma secuencial.

$$S_{i+1} \geq S_i + t_i$$

Dominio de las variables

$$x_i \in \{0,1\}$$

$$S_i \geq 0$$

Formulación general del modelo

Finalmente, el modelo matemático puede resumirse como:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n P_i x_i$$

$$\text{s. a. } \sum_{i=1}^n t_i x_i \leq 1440$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \leq R_j \quad \forall j$$

$$S_{i+1} \geq S_i + t_i$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

$$S_i \geq 0$$

La formulación anterior resume el funcionamiento del modelo de optimización propuesto. La función objetivo maximiza la cantidad de solicitudes priorizadas que pueden ser atendidas durante la jornada operativa, mientras que las restricciones garantizan que la programación obtenida respete el tiempo disponible, la capacidad de los recursos operativos y la secuencia real de ejecución de las maniobras marítimas. De esta manera, el modelo constituye la base matemática empleada para la simulación desarrollada en FlexSim y para la validación de la propuesta de mejora.

3.3.9. Evaluación de la eficiencia operacional de la propuesta

Con el propósito de determinar el impacto del modelo de gestión logística sobre el desempeño operativo de SUINLI, se procedió a calcular nuevamente el indicador de eficiencia operacional utilizando los resultados obtenidos en la simulación del escenario propuesto desarrollada en el software FlexSim.

La evaluación se realizó empleando el mismo procedimiento utilizado para el diagnóstico inicial, con el fin de garantizar la comparabilidad de los resultados antes y después de la implementación de la propuesta.

La eficiencia operacional fue calculada mediante la siguiente expresión:

$$EO = \frac{\text{Solicitudes completadas}}{\text{Solicitudes recibidas}} * 100$$

Donde:

- EO: eficiencia operacional (%).
- Solicitudes completadas: maniobras ejecutadas exitosamente durante la jornada.
- Solicitudes recibidas: total de solicitudes ingresadas al sistema.

Con base en los resultados obtenidos en la simulación propuesta se tiene:

- Solicitudes recibidas = 10.
- Solicitudes completadas = 6.

Por tanto,

$$EO = \frac{6}{10} * 100$$

$$EO = 60\%$$

Por consiguiente, la eficiencia operacional proyectada para el proceso de gestión de maniobras marítimas alcanza un valor del 60 %, duplicando el desempeño observado en el diagnóstico inicial.

Tabla 47.

Cálculo de la eficiencia operacional proyectada.

Concepto	Valor
Solicitudes recibidas	10
Solicitudes completadas	6
Eficiencia operacional	60 %

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 47, la implementación del modelo de gestión logística permitió incrementar el porcentaje de solicitudes atendidas durante la jornada operativa. Este resultado demuestra que la reducción de los tiempos improductivos y la optimización de la programación favorecen un mejor aprovechamiento de la capacidad instalada del terminal, incrementando la eficiencia operacional respecto al escenario inicial.

Evaluación de viabilidad de la propuesta

La evaluación de viabilidad permitió determinar las condiciones técnicas, operativas y económicas necesarias para la implementación del modelo de gestión logística propuesto en el Terminal Petrolero de La Libertad. Para ello se consideraron los recursos requeridos para la aplicación de las estrategias de mejora, los resultados obtenidos mediante la simulación del escenario propuesto y la inversión estimada para implementar las acciones planteadas. De esta manera, la evaluación permitió establecer si la propuesta puede ser desarrollada bajo las condiciones operativas actuales del terminal y si los beneficios esperados justifican los recursos necesarios para su implementación.

Viabilidad técnica

Desde el punto de vista técnico, la propuesta resulta viable debido a que las estrategias planteadas se fundamentan principalmente en la reorganización y estandarización de los procesos existentes, sin requerir modificaciones estructurales en la

infraestructura física del Terminal Petrolero de La Libertad. El modelo incorpora procedimientos estandarizados, programación anticipada de maniobras, validación documental, coordinación entre áreas, control de recursos e indicadores de desempeño, elementos que pueden integrarse a las actividades que actualmente desarrolla el personal operativo y administrativo.

Asimismo, el modelo matemático y la simulación desarrollada en FlexSim permitieron comprobar previamente el comportamiento esperado de la propuesta, reduciendo la incertidumbre asociada a su implementación. Los resultados obtenidos muestran que, bajo las condiciones evaluadas, es posible incrementar las solicitudes atendidas de 3 a 6 por jornada y elevar la eficiencia operacional del 30 % al 60 %, manteniendo la infraestructura existente.

Viabilidad operativa

La viabilidad operativa se sustenta en que las acciones propuestas están orientadas a mejorar la utilización de los recursos actualmente disponibles y a disminuir las restricciones identificadas durante el diagnóstico. La implementación del modelo no implica modificar la naturaleza de las actividades desarrolladas por el personal, sino establecer una forma más organizada de planificar, coordinar, ejecutar y controlar las maniobras marítimas.

Los resultados de la simulación respaldan esta condición, debido a que la aplicación de las mejoras permitió reducir la espera por documentación de 75 a 25 minutos, la espera por ventana operativa de 120 a 55 minutos, la revisión documental de 20 a 12 minutos y la coordinación operativa de 20 a 12 minutos. Estos resultados evidencian que las mejoras propuestas pueden integrarse al funcionamiento operativo del terminal y contribuir a disminuir la acumulación de solicitudes y los tiempos improductivos.

3.3.10. Análisis comparativo del antes y después

Con el propósito de evaluar el impacto alcanzado mediante la propuesta de mejora, se realizó un análisis comparativo entre el escenario actual y el escenario optimizado, considerando los principales indicadores operativos obtenidos durante el estudio. La Tabla 48 presenta los resultados comparativos.

Tabla 48.

Comparación de indicadores operativos antes y después de la propuesta.

Indicador	Situación actual	Propuesta	Variación
Solicitudes recibidas.	10	10	0 %
Solicitudes completadas.	3	6	+100.00 %
Solicitudes pendientes.	7	4	-42.86 %
Eficiencia operacional.	30.00 %	60.00 %	+30.00 puntos porcentuales
Espera por documentación.	75 min	25 min	-66.67 %
Espera por ventana operativa.	120 min	55 min	-54.17 %
Revisión documental.	20 min	12 min	-40.00 %
Coordinación operativa.	20 min	12 min	-40.00 %
Ejecución de maniobra.	45 min	35 min	-22.22 %

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se aprecia en la Tabla 48, el número de solicitudes atendidas aumentó de tres a seis maniobras por jornada, representando un incremento del 100 % en la capacidad de atención del terminal. En consecuencia, la eficiencia operacional pasó del 30 % al 60 %, lo que equivale a un incremento de 30 puntos porcentuales respecto al escenario inicial.

De esta manera, las actividades que originalmente constituían los principales cuellos de botella presentaron reducciones importantes en sus tiempos de ejecución. La espera por disponibilidad de la ventana operativa disminuyó un 54.17 %, mientras que la espera ocasionada por documentación incompleta se redujo en un 66.67 %. Del mismo modo, la revisión documental y la coordinación entre las áreas operativas disminuyeron un 40.00 %, favoreciendo una mayor continuidad del flujo de trabajo.

Estos resultados evidencian que las estrategias implementadas mediante el modelo de gestión logística permitieron reducir significativamente los tiempos improductivos, optimizar la utilización de los recursos disponibles y aumentar la capacidad operativa del terminal. La validación mediante simulación en FlexSim confirma que la propuesta es técnicamente viable y contribuye de manera directa al mejoramiento de la eficiencia operacional del proceso de gestión de maniobras marítimas.

3.4. Presupuesto

La implementación del modelo de gestión logística propuesto de SUINLI requiere una inversión estimada de \$75.625,00, destinada a fortalecer la planificación de las maniobras marítimas, optimizar la asignación de recursos operativos y reducir los tiempos improductivos identificados durante el diagnóstico.

La inversión contempla la implementación del sistema de programación logística de maniobras, la estandarización del proceso documental, la digitalización del seguimiento operativo, la capacitación del personal involucrado en la gestión de maniobras, así como el fortalecimiento de la capacidad operativa mediante la incorporación de recursos estratégicos. Esta última medida se encuentra directamente relacionada con los resultados del diagnóstico, en el cual se determinó que el terminal cuenta actualmente con 21 recursos frente a una necesidad operativa de 35. Esta diferencia limita la posibilidad de atender varias solicitudes de manera simultánea y provoca retrasos en la programación de las maniobras.

De igual manera, dentro del presupuesto se contempla un 10 % para imprevistos y un 15 % destinado al reajuste de costos. Estos porcentajes permiten disponer de un margen ante posibles variaciones que puedan presentarse durante la ejecución del proyecto y contribuyen a mantener la viabilidad financiera de la propuesta. La inversión permitirá incrementar la capacidad de atención de solicitudes, optimizar la utilización de los recursos disponibles, reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia operacional del terminal.

La Tabla 49 presenta el presupuesto estimado para la implementación del modelo de gestión logística propuesto.

Tabla 49.

Presupuesto para la implementación de la propuesta.

Propuesta	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Programación logística de maniobras	Diseño del sistema de programación operativa.	1	\$4.500,00	\$4.500,00
	Desarrollo de procedimientos operativos estandarizados.	1	\$2.500,00	\$2.500,00

Gestión documental	Capacitación en planificación logística.	2	\$1.000,00	\$2.000,00
	Elaboración de checklist digitales.	1	\$2.000,00	\$2.000,00
	Implementación del control documental electrónico.	1	\$4.000,00	\$4.000,00
	Capacitación del personal administrativo.	2	\$900,00	\$1.800,00
	Contratación de un práctico marítimo adicional.	1	\$8.500,00	\$8.500,00
Fortalecimiento de recursos operativos	Incorporación de un operador de radio adicional.	1	\$4.500,00	\$4.500,00
	Contratación de dos inspectores PBIP.	2	\$3.000,00	\$6.000,00
	Contratación de remolcadores mediante convenio operativo.	2	\$7.500,00	\$15.000,00
Sistema de coordinación logística	Incorporación de dos lanchas de apoyo mediante convenio.	2	\$2.500,00	\$5.000,00
	Implementación de módulo de seguimiento en SUPERLIB.	1	\$5.000,00	\$5.000,00
	Equipos informáticos y comunicaciones.	2	\$2.000,00	\$4.000,00
	Capacitación de operadores	2	\$1.000,00	\$2.000,00
Gestión del proyecto	Supervisión técnica de implementación.	1	\$2.000,00	\$2.000,00
	Seguimiento y evaluación de indicadores.	1	\$700,00	\$700,00

Nota. Elaborado por las autoras.

Como se observa en la Tabla 49, la mayor inversión corresponde al fortalecimiento de los recursos operativos del terminal, debido a la necesidad de incrementar la disponibilidad de prácticos marítimos, remolcadores, operadores de radio, inspectores de seguridad y lanchas de apoyo. Estas acciones permiten disminuir los tiempos de espera ocasionados por la limitada disponibilidad de recursos, identificada como una de las principales causas del bajo desempeño operativo del terminal. De igual manera, se contempla la implementación de herramientas tecnológicas orientadas a mejorar la programación de maniobras, la gestión documental y la coordinación entre las áreas involucradas, garantizando una operación más eficiente.

Evaluación económica de la propuesta

Con el propósito de determinar la factibilidad económica del modelo de gestión logística propuesto, se consideró una inversión total de \$75.625, correspondiente a la implementación de las estrategias planteadas para mejorar la eficiencia operacional del terminal. Además, se tomó como referencia una utilidad neta mensual estimada de \$50.000, valor utilizado para representar el beneficio económico derivado del incremento en la capacidad operativa y la optimización de los procesos logísticos.

Para la evaluación financiera se empleó una tasa de descuento del 10 %, aplicando como criterios de decisión el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PR), indicadores ampliamente utilizados para determinar la rentabilidad de proyectos de inversión.

$$VAN (\$) = \text{Valor Actual Neto}$$

$$TIR (\%) = \text{Tasa Interna de Retorno}$$

$$PR(t) = \text{Periodo de recuperación}$$

Tabla 50.

Cálculo del flujo de fondo.

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondos	- \$75.625,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00	\$50.000,00
Valor actual (10 %)	- \$75.625,00	\$45.454,55	\$41.322,31	\$37.565,74	\$34.150,68	\$31.046,08
Flujo actualizado acumulado	- \$75.625,00	- \$30.170,45	\$11.151,86	\$48.717,60	\$82.868,28	\$113.914,36

Nota. Elaborado por las autoras.

Donde:

Tasa de descuento

$$i = 10\%$$

Valor Actual Neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+t)^t} - I_0$$

$$VAN = \$113.914,36$$

Tasa Interna de Retorno

$$TIR = 58\%$$

Periodo de recuperación

$$PR = \frac{\$75.625}{\$50.000} = 1,51 \text{ años} = 18 \text{ meses}$$

El análisis financiero realizado permite establecer que la implementación del modelo de gestión logística presenta condiciones favorables desde el punto de vista económico. El Valor Actual Neto (VAN) obtenido es de \$113.914,36, lo que indica que los beneficios esperados superan la inversión inicial requerida. De igual manera, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza un 58 %, valor superior a la tasa de descuento del 10 % considerada para el análisis. En función de estos resultados, se evidencia que la propuesta presenta condiciones favorables de rentabilidad y viabilidad financiera para su implementación.

Por otra parte, el período de recuperación de la inversión se estimó en 1,51 años, equivalente aproximadamente a 18 meses, reflejando que la inversión podría recuperarse en un plazo relativamente corto gracias al incremento de la capacidad operativa, la reducción de los tiempos improductivos y la mejora de la eficiencia operacional alcanzada mediante la implementación del modelo de gestión logística propuesto. Estos resultados respaldan la factibilidad técnica y económica de la propuesta para SUINLI.

3.5. Marco de discusión

La revisión de la literatura permitió establecer que la gestión logística constituye un factor determinante para mejorar la eficiencia operacional en organizaciones portuarias, al integrar la planificación de actividades, la coordinación de recursos, la estandarización de procedimientos y el seguimiento mediante indicadores de desempeño. La literatura convalida que la optimización de flujos logísticos contrae los tiempos muertos, maximiza el rendimiento de los activos e incrementa la flexibilidad operativa.

En consonancia, la integración de gestión por procesos (BPM), estudio de tiempos, modelado matemático y simulación de eventos discretos (DES) en SUINLI demostró que es posible reestructurar la programación de maniobras marítimas y expandir la capacidad sin incurrir en gasto de capital en infraestructura. Desde esta perspectiva, los fundamentos teóricos revisados respaldan la aplicación del modelo de gestión logística propuesto y evidencian que la mejora de la eficiencia operacional depende, en gran medida, de una adecuada organización y coordinación de los procesos.

En relación con el componente metodológico, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un tipo de estudio aplicado, diseño no experimental y alcance descriptivo-propositivo. El diagnóstico objetivo del proceso combinó levantamiento en campo (entrevistas, encuestas y observación directa), ingeniería de tiempos, diagramación ASME y herramientas de calidad (Ishikawa y Pareto) con simulación en FlexSim. Esta aproximación multi metodológica caracterizó la operativa actual y aisló los cuellos de botella estructurales que restringían la capacidad del terminal, proveyendo los insumos para el diseño de la propuesta. De igual manera, la incorporación de un modelo matemático de optimización aportó criterios objetivos para establecer prioridades entre las solicitudes y organizar la programación secuencial de las maniobras, evidenciando el aporte que genera la integración de herramientas propias de la ingeniería industrial con técnicas de simulación.

Los resultados alcanzados muestran que el modelo de gestión logística propuesto tiene un efecto favorable sobre la eficiencia operacional de SUINLI, al permitir atender de mejor manera las restricciones identificadas y optimizar el desarrollo de las operaciones. La simulación desarrollada en FlexSim mostró que la capacidad de atención aumentó de 3 a 6 solicitudes completadas por jornada de 24 horas, duplicando el número de maniobras ejecutadas y elevando la eficiencia operacional del 30 % al 60 %, equivalente a un incremento de 30 puntos porcentuales. De igual manera, los principales tiempos improductivos disminuyeron considerablemente: la espera por documentación se redujo de 75 a 25 minutos (66,67 %), la espera por disponibilidad de la ventana operativa de 120 a 55 minutos (54,17 %), la revisión documental de 20 a 12 minutos (40 %), la coordinación entre radio operador, práctico y remolcadores de 20 a 12 minutos (40 %), la ejecución de la maniobra marítima de 45 a 35 minutos (22,22 %) y la supervisión de la operación de 20 a 15 minutos (25 %). Estos resultados confirman que la estandarización de procedimientos, la programación logística basada en prioridades y la

optimización de los recursos operativos permiten incrementar significativamente el desempeño del terminal, validando técnica y operativamente la propuesta desarrollada.

3.6. Limitaciones de estudio

La presente investigación se desarrolló tomando como referencia la información proporcionada por SUINLI durante el período de estudio. La validez de los resultados y de la propuesta de mejora está supeditada a la trazabilidad y representatividad de los datos operativos provistos por la institución, los cuales constituyeron el insumo primario para el diagnóstico y la parametrización de los modelos.

Puesto que la propuesta fue evaluada mediante simulación de eventos discretos, los resultados reflejan el comportamiento del sistema bajo las condiciones de contorno modeladas. En el despliegue real, el desempeño final está sujeto a la variabilidad estocástica de factores externos, tales como fluctuaciones meteorológicas, disponibilidad de flota, restricciones hidrodinámicas y volatilidad en la demanda.

Finalmente, el estudio se centró en el proceso de gestión logística de las maniobras marítimas de SUINLI. Por esta razón, los resultados y la propuesta se encuentran delimitados a las características y necesidades de esta institución, por lo que su aplicación en otros terminales requiere realizar las adaptaciones correspondientes de acuerdo con sus condiciones operativas y organizacionales.

CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica mediante el mapeo sistemático constituye un factor determinante para mejorar la eficiencia operacional en organizaciones portuarias y de servicios marítimos. La integración conceptual de la planificación logística, la optimización matemática y la simulación de sistemas demuestra que la convergencia de estos enfoques suprime tiempos improductivos y articula las áreas operativas. Este marco teórico constituyó la base analítica para el diseño y parametrización del modelo de gestión logística.

El despliegue metodológico caracterizó rigurosamente la gestión de maniobras marítimas e identificó los inductores de ineficiencia. La integración de herramientas de diagnóstico de campo (entrevistas, encuestas, observación), ingeniería de tiempos, cursogramas de procesos, análisis de causa raíz (Ishikawa y Pareto) y simulación de eventos discretos (DES) proporcionó la evidencia empírica que valida el diagnóstico. Mediante estas herramientas se identificaron los principales problemas del proceso, relacionados principalmente con las demoras en la documentación, la disponibilidad limitada de recursos y las dificultades en la coordinación de las actividades operativas.

La aplicación del modelo de gestión logística permitió evidenciar mejoras en el desempeño operativo de SUINLI. La estandarización de los procesos, la programación anticipada de las maniobras y la asignación de recursos considerando prioridades permitieron incrementar la capacidad de atención de tres a seis solicitudes por jornada, elevando la eficiencia operacional del 30 % al 60 %. Además, se redujeron los tiempos de espera por documentación en un 66,67 % y los relacionados con la disponibilidad de la ventana operativa en un 54,17 %. De igual forma, los tiempos asociados a la revisión documental y coordinación operativa disminuyeron en un 40,00 %, mientras que la ejecución de las maniobras presentó una reducción del 22,22 %, evidenciando el efecto favorable de las acciones propuestas sobre el desempeño del proceso.

RECOMENDACIONES

Fortalecer la gestión logística de SUINLI mediante la incorporación permanente de enfoques de gestión por procesos, mejora continua, programación operativa y optimización de recursos, con el propósito de actualizar las estrategias de planificación y responder oportunamente a los cambios en la demanda de las operaciones marítimas. De esta manera, ampliar futuras investigaciones incorporando variables relacionadas con costos logísticos, gestión de riesgos, sostenibilidad y transformación digital de las operaciones portuarias.

Mantener la aplicación periódica de herramientas de diagnóstico como el estudio de tiempos, diagramas de procesos, indicadores de desempeño, análisis de Pareto, diagramas de Ishikawa y simulación de procesos, con la finalidad de monitorear continuamente el comportamiento operativo, identificar oportunamente nuevas restricciones del sistema y disponer de información confiable para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo de las operaciones.

Implementar progresivamente el modelo de gestión logística propuesto mediante la estandarización del proceso de gestión de maniobras marítimas, la optimización de la programación diaria de solicitudes, la validación documental previa, el fortalecimiento de la coordinación entre las áreas operativas y la incorporación gradual de los recursos críticos identificados durante el diagnóstico, principalmente prácticos, operadores de radio, remolcadores e inspectores de seguridad. Complementar la implementación con el seguimiento permanente de indicadores de desempeño y la validación periódica del modelo matemático mediante simulación en FlexSim, con el fin de mantener la eficiencia operacional alcanzada, incrementar la capacidad de atención de solicitudes y consolidar un proceso logístico más eficiente y sostenible.

REFERENCIAS

- Abdullahi, M. O., Nageye, A. Y., Ahmed, A. D., & Ahmed, M. M. (2024). Optimizing Port Logistics: Empowering Mogadishu Port with RFID Technology in Somalia. *SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering*, 11(4), 115–120. <https://doi.org/10.14445/23488549/IJECE-V11I4P112>
- Acosta-Faneite, S. F. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 82–95. <https://doi.org/10.53595/RLO.V3.I8.084>
- Al-Ababneh, H. A., Alrhaimi, S. A. S., Siam, I. M., Alsalim, F. I. A., & Khader, J. A. (2025). Digital transformation of supply chain management: trends and prospects. *Acta Logistica*, 12(4), 769–780. <https://doi.org/10.22306/al.v12i4.713>
- Amoah, L. N. A., & Mlonzi, A. (2025). Boosting efficiency: Factors influencing operation at the Port of Ngqura, Gqeberha. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 19. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v19i0.1252>
- Anacona-Mopan, Y., Segura-Dorado, J., & Paz-Orozco, H. (2022). Optimización de la distribución en planta con formulación QAP y simulación de eventos discretos. *Informador Técnico*, 87(1), 13–28. <https://doi.org/10.23850/22565035.4814>
- Apaza-Zúñiga, E., Cazorla-Chambi, S., Condori-Carbajal, C., Arpasi-Meléndez, F. R., Tumi-Figueroa, I., Yana-Viveros, W., & Quispe-Coaquira, J. E. (2022). La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 33(3), 22908. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V33I3.22908>
- Arias-Collaguazo, W. M., Castro-Morales, L. G., Maldonado-Gudiño, C. W., Burbano-García, L. H., Arias-Collaguazo, W. M., Castro-Morales, L. G., Maldonado-Gudiño, C. W., & Burbano-García, L. H. (2021). Análisis del modelo de optimización aplicado a la producción agrícola en la Asociación del Gobierno Autónomo Parroquial de Cahuasqui. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(3). <https://doi.org/10.46377/Dilemas.V8I3.2670>

- Arias-González, J. L. (2021). Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, X(28), 42–56. <https://doi.org/10.31644/imasd.28.2021.a02>
- Arredondo-Domínguez, E. R., Gómez-Cárdenas, R. E., Lalama-Flores, R. V., & Chóez-Chóez, L. O. (2020). Investigación científica y estadística para el análisis de datos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/Dilemas.V8I1.2411>
- Badharinath, E., Reddy, V. D., Kumar, P. S., & Damodaram, A. K. (2024). Optimization of Manufacturing Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method. *MATEC Web of Conferences*, 393, 01005. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439301005>
- Benitez-Pincay, L. J., & Lema-Cachinell, B. M. (2025). Modelos y prácticas de control de inventarios: Una aproximación desde la gestión de microempresas y organizaciones comunitarias. *Prohominum. Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 7(3), 394–404. <https://doi.org/10.47606/acven/ph0377>
- Bermeo-Conforme, M., Molina-Zambrano, G., & Miranda-Cusme, E. (2024). Los procesos logísticos y la satisfacción de los clientes en la empresa Inharipac S.A. 593 *Digital Publisher CEIT*, 9(6), 18–31. <https://doi.org/10.33386/593DP.2024.6.2673>
- Bindhu, A. S., & B, Manjunatha. (2025). Lean Manufacturing Plant Layout Design Optimization: Results and Better Material Handling Techniques. *Engineering Research: Perspectives on Recent Advances Vol. 8*, 144–157. <https://doi.org/10.9734/bpi/erpra/v8/5373>
- Calva-Jimenez, F. M., Moran-Echeverria, E. M., Pacheco-Pazmiño, J. J., Castillo-Córdova, E. B., & Vásquez-Del Pezo, A. B. (2024). Evolución de la Gestión Logística Relacionada a los Depósitos de Contenedores. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2567–2580. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I4.12507
- Carrillo-Díaz, J. E., Ortiz Ávila, K. M., Acosta-Bohórquez, S. E., & Fabián-Iglesias, C. A. (2022). *Diseño de un sistema de gestión de inventarios para los insumos de la granja porcícola Santa Isabel*.

- Castro-Analuiza, J. C., & Salas-Fariño, C. (2022). La gestión de las mercancías desde una perspectiva de los inventarios en prendas de vestir: Goods management from a clothing inventory Perspective. *Revista Científica Ecociencia*, 9(2), 77–98. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.92.650>
- Christou, E., Parmaxi, A., & Zaphiris, P. (2025). A systematic exploration of scoping and mapping literature reviews. *Universal Access in the Information Society*, 24(1), 941–951. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01120-3>
- Corella-Parra, L. M., & Olea-Miranda, J. (2023). Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.006>
- Costa, B., Varejão, J., & Gaspar, P. D. (2024). Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company. *Processes* 2024, Vol. 12, Page 1612, 12(8), 1612. <https://doi.org/10.3390/pr12081612>
- Flores-Moreno, R., Flores González, P. I., Zavala Pineda, M. J., & Núñez Betancourt, E. Y. (2026). Simplex linear programming for route optimization model in urban distribution. *Acta Logistica*, 13(2), 327–336. <https://doi.org/10.22306/al.v13i2.769>
- Flores-Tapia, C. E., & Flores-Cevallos, K. L. (2023). Optimización de inventarios aplicando Investigación de Operaciones. *RECAI Revista de Estudios En Contaduría, Administración e Informática*, 12(34), 1–15. <https://doi.org/10.36677/recai.v12i34.19628>
- Gamarra, C. J., Sampaio, M., & Lima, F. (2024). Optimising picking operations in distribution centres: a simulation and algorithm-based approach for travel distance reduction. *Engineering Management in Production and Services*, 16(3), 98–114. <https://doi.org/10.2478/emj-2024-0026>
- Hernández-Sampieri, Roberto., & Mendoza-Torres, C. Paulina. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A. de C.V.* <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología de la investigación.pdf>
- Herwanis, D., Alianur, M., Maulida, & Nasir, K. (2025). Quantitative Research: Data Collection and Data Analysis for Beginner Researcher in Discussion. *Educompassion: Jurnal Integrasi Pendidikan Islam Dan Global*, 2(1), 1–18. <https://doi.org/10.63142/educompassion.v1i3.88>
- Jaramillo-Carrasquilla, M. Y., & Vorotnikov-Rubatino, A. A. (2025). Gestión de inventarios con modelos de revisión continua y demanda estacional. *Entrelíneas*, 4(2), e040206–e040206. <https://doi.org/10.56368/entrelíneas426>
- Jordan, M., Firmansyah, D., & Putri, E. P. (2025). Relayout of Production Layout to Reduce Material Handling Costs. *Journal La Multiapp*, 6(1), 34–49. <https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i1.1818>
- Keerthika, R., & Niranjana, S. P. (2025). Advancing logistics and resource management quality through two-stage tandem queues and single vacation techniques. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 43(2), 505 – 512. <https://doi.org/10.14744/sigma.2025.00039>
- Liu, C. (2024). Intelligent Logistics Supply Chain Management: Cost Management and Service Quality Improvement. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-3201>
- López-Fernández, R., Avello-Martínez, R., Palmero-Urquiza, D. E., Sánchez-Gálvez, S., & Quintana-Álvarez, M. (2020). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2016). *Metodología de la investigación social cuantitativa*.

- Lozano-Andrade, G. V., Salinas-Ordoñez, M. L., & Maldonado-Pazmiño, H. O. (2024). Evaluación del impacto de la gestión de inventarios en la rentabilidad de MADEBOSQ: Caso Posorja. *South Florida Journal of Development*, 5(11), e4660. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n11-027>
- Mahdi-Javadi, S., Jafar-Sadjadi, S., Teimoury, E., & Makui, A. (2025). Material requirements planning with a novel lot sizing method and a new algorithm for production scheduling. *Scientific Reports* 2025 15:1, 15(1), 27637-. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13197-8>
- Manterola, C., Hernández-Leal, M. J., Otzen, T., Espinosa, M. E., & Grande, L. (2023). Estudios de Corte Transversal. Un Diseño de Investigación a Considerar en Ciencias Morfológicas. *International Journal of Morphology*, 41(1), 146–155. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022023000100146>
- Manugu, N., & Gupta, K. (2025). Leveraging IoT for Performance Enhancement of Logistics: Case of a Multinational Company †. *Engineering Proceedings*, 114(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2025114010>
- Martel-Huaringa, C. D., & Flores-Andrade, K. W. (2024). *Propuesta de un Modelo de gestión de inventarios para la mejora del nivel de servicio de alimentos balanceados mediante un sistema de revisión continuo de inventario, EOQ, y pronósticos de demanda en una granja porcina.*
- Martínez-Cerón, A., Javier Hernández-Gracia, T., & Duana-Avila, D. (2022). Application of Value Stream Mapping (VSM) as a Lean Manufacturing management tool. *Journal of Administrative Science*, 4(7), 1–5. <https://doi.org/10.29057/jas.v4i7.8748>
- Medina-Juárez, I., Morales, E. M., & López-García, R. D. (2023). *Aplicación del mapeo de flujo de valor para la mejora de procesos sobre pedido: Caso de estudio | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.* <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10198/14967>
- Meza, R. J., & Salamanca, I. C. (2022). Evaluación de la calidad de las aguas estuarinas usando el coeficiente de concordancia de Kendall modificado. *CITECSA*, 14(23), 17–30. <https://unipaz.edu.co/revistas/revcitecsa/article/view/312>

- Morales-Villegas, H. V., Gavilanes-Gómez, K. D., Díaz-Vásconez, J. A., Chicaiza-Guerrero, R. S., & Ortiz-Pérez, E. M. (2024). Impacto de la simulación en FlexSim para rediseñar procesos industriales: Mejora de velocidad y simplificación operativa en sistemas automatizados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 3388–3404. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I6.15098
- Murillo-Valverde, R. I., Taiz-Iturralde, E., Cruz-Fajardo, L. G., Navia-Cevallos, W. A., & Coronel-Díaz, M. N. (2024). Los Key Performance Indicators (KPI) y su Importancia en las Microempresas de Guayaquil. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 4316–4332. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I4.12657
- 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>
- Múzquiz-Flores, M., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Mapeo sistemático de la formación de las personas investigadoras como elemento de análisis reflexivo en ambientes formativos educativos (2017-2021). *Revista Educación*. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.49695>
- Ñaupas, H., Marcelino, P., Valdivia, R., Jesús, D., Palacios, J., Hugo, V., & Delgado, E. R. (2020). *Bogotá-México, DF 5a. Edición Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis*.
- Oramas, O., Ortiz, M., & Marquez, M. (2022). Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros. *Revista ESPACIOS*, 41(01).
- Ortiz-Porras, J., Bancovich-Erquínigo, A., Candia-Chávez, T., Huayanay-Palma, L., & Salas-Bacalla, J. (2023). Método de aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para aumentar la competitividad en una empresa textil y de confecciones. *Industrial Data*, 26(1), 33–61. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.22874>
- Patil, A. S., Pisal, M. V., & Suryavanshi, C. T. (2022). *Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study*. <https://www.redalyc.org/journal/474/47471683002/html/>

- Paz-Enrique, L. E. (2025). Gestión documental como estrategia para la transparencia, eficiencia administrativa y mitigación de riesgos organizacionales. *Ad-Gnosis*, 14(15), 1–11. <https://doi.org/10.21803/ADGNOSIS.14.15.894>
- Pérez-Calvay, A. J., & Fernández-Vallejos, V. G. (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>
- Poswa, F., Adenuga, O. T., & Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes* 2022, Vol. 10, Page 1884, 10(9), 1884. <https://doi.org/10.3390/pr10091884>
- Restrepo-Foronda, E. A. (2022). Modelo de gestión de inventarios basado en el modelo de revisión continua aplicable a la Empresa en Colombia. Caso: Casa Luker S.A. *Dimensions Of Critical Care Nursing*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.1097/00003465-199001000-00018>
- Reyes-Blácido, I., Damián-Guerra, E., Ciriaco-Reyes, N., Oscar-Corimayhua Luque, B., & Marcelino-Urbina Olortegui, L. (2022). Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V9I2.3106>
- Reyes-Soriano, F. E., Muyulema-Allaica, J. C., Menéndez-Zaruma, C. M., Lucin-Borbor, J. M., Balón-Ramos, I. D. R., & Herrera-Brunett, G. A. (2022). Bibliometric Analysis on Sustainable Supply Chains. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013039>
- Roco-Videla, Á., Aguilera-Eguía, R., & Olguin-Barraza, M. (2024). Ventajas del uso del coeficiente de omega de McDonald frente al alfa de Cronbach. *Nutrición Hospitalaria*, 41(1), 262–263. <https://doi.org/10.20960/nh.04879>
- Rosas-Condor, N. I. (2021). *Implementación de un modelo de gestión logística basado en la metodología Lean Logistics en la empresa BBA Pack*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_dccce7dc46d7e69f7e305edf728bd007

- Ruiz-Moreno, S., Aguirre, J. E., Restrepo-Loaiza, F. A., & Rojas-Arenas, I. D. (2022). *Diseño, implementación y validación de un sistema Manufacturing Resource Planning MRP en una MiPyme del sector textil bajo un enfoque Back to Order*. https://www.researchgate.net/publication/368740766_Disenio_implementacion_y_validacion_de_un_sistema_Manufacturing_Resource_Planning_MRP_en_una_Mi_Pyme_del_sector_textil_bajo_un_enfoque_Back_to_Order
- Salwin, M., Pszczółkowska, K., Pałęga, M., & Kraslawski, A. (2023). Value-Stream Mapping as a Tool to Improve Production and Energy Consumption: A Case Study of a Manufacturer of Industrial Hand Tools. *Energies* 2023, Vol. 16, Page 7292, 16(21), 7292. <https://doi.org/10.3390/en16217292>
- Samaniego-Guevara, H. (2025). Un modelo de control de inventarios, aplicado a una empresa de la construcción: An inventory control model, applied to a construction company. *Investigación, Tecnología e Innovación*, 17(23), 52–64.
- Schoeman, Y., Oberholster, P., & Somerset, V. (2022). Value Stream Mapping as a Supporting Management Tool to Identify the Flow of Industrial Waste: A Case Study. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 91, 13(1), 91. <https://doi.org/10.3390/su13010091>
- Shamsuzzoha, A., & Jaakkola, T. (2024). The scope of demand-driven material requirements planning in operative purchasing of a multi-national company: A case study. *International Journal of Engineering Business Management*, 16. <https://doi.org/10.1177/18479790241293890>
- Shrestha, N. (2021). Factor Analysis as a Tool for Survey Analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11. <https://doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>
- Sireci, S., & Benítez, I. (2023). Evidence for Test Validation: A Guide for Practitioners. *Psicothema*, 35(3), 217–226. <https://doi.org/10.7334/psicothema2022.477>
- Siriruk, P., & Kotekangpoo, A. (2026). Modelo de optimización de cantidad de pedidos para productos perecederos bajo política de inventario de revisión continua (Q, r) con demanda estocástica y tiempo de entrega positivo - ScienceDirect. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048325001185>

- Sugiyanto, S., Suhendra, A., Indra Wahyu Putra, C., Dharma Yudastoro, F., & Purwoko, H. (2024). The Role of Logistics Management in Supporting Goods Management for Equitable Distribution and Impact on Regional Economic Growth. *Siber Journal of Advanced Multidisciplinary*, 2(2), 276–287.
- Toro-Silva, C. (2025). *Modelo de gestión logística para aumentar la productividad en una empresa de servicios generales en Lima, 2023*. <https://repositorio.uss.edu.pe/item/6fcecac1-d6ad-4c29-bf2e-61d7a23aec20>
- Tunal-Santiago, G. (2022). Protocolizando la investigación científica. *Investigación y Postgrado*, ISSN 1316-0087, Vol. 37, Nº. 1, 2022, Págs. 235-255, 37(1), 235–255. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8485758&info=resumen&idioma=SPA>
- Ueno, D., & Hirata, E. (2024). The Optimization of Picking in Logistics Warehouses in the Event of Sudden Picking Order Changes and Picking Route Blockages. *Mathematics*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/math12162580>
- Villamil, C., Montesinos González, S., & Vázquez Cid de León, C. (2024). Propuesta de mejora para el control y el manejo de un almacén con productos de papelería. *Ingeniería Industrial*, 47(47), 15–32. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n47.7023>
- Wadhawan, I. B., & Rizvi, M. M. (2025). Optimizing inventory management through multiobjective reverse logistics with environmental impact. *Applied Mathematical Modelling*, 146(3), 116166. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2025.116166>
- Zambrano-Zambrano, E. J., & Farias-Valdiviezo, M. T. (2025). Herramientas de mejora para los procesos logísticos en el sector hospitalario ecuatoriano. *Uniandes Episteme. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 12(2), 237–254. <https://doi.org/10.61154/RUE.V12I2.3771>
- Zaragoza-Hernández, J. A., Sánchez-García, C., & Rangel-Flores, R. (2025). Aplicación del modelo EOQ para el control de inventarios de tubos de cartón en empresa de telas no tejidas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 4294–4305. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19065

ANEXOS

Anexo 1.

Operacionalización de las variables.

Variable Independiente	Concepto	Dimensión	Indicadores	Fórmula	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Gestión logística.	Conjunto de actividades relacionadas con la planificación, ejecución y control de los procesos logísticos.	Planificación	Planificación estratégica.	% cumplimiento.	¿Con cuánto tiempo de anticipación las agencias navieras entregan las solicitudes de maniobra para la programación diaria? ¿Considera usted que la información inicial proporcionada para cada maniobra es suficiente para su correcta planificación operativa? ¿Con qué frecuencia los cambios de último momento en las solicitudes de maniobra afectan la programación diaria de las operaciones portuarias? ¿Considera usted que la cantidad de personal operativo disponible es suficiente para atender las maniobras programadas?	Encuesta/entre vista/ análisis estadístico.
		Ejecución.	Disponibilidad recursos.	% Disponibilidad de recursos.	¿Considera usted que la coordinación entre el personal de planificación y el personal operativo permite una ejecución eficiente de las maniobras portuarias programadas? ¿Con qué frecuencia se verifican los procedimientos operativos establecidos previo a la planificación de las maniobras?	

Variable Dependiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Fórmula	Ítems	Técnicas e instrumentos
Eficiencia operacional.	Capacidad de optimizar el uso del tiempo y recursos en los procesos logísticos.	Tiempo.	Eficiencia temporal.	% Eficiencia temporal.	¿Con cuánto tiempo de diferencia las maniobras de los buques se inician respecto al horario establecido por la programación operativa?	Encuesta/entre vista/análisis estadístico.
					¿Con qué frecuencia las maniobras portuarias se desarrollan sin interrupciones operativas durante su ejecución?	
		Productividad.	Rendimiento operativo.	Volumen de carga / número de buques atendidos.	¿Considera usted que los recursos operativos (lanchas, remolcadores, humanos) se utilizan de manera eficiente durante la ejecución de las maniobras portuarias?	
					¿Cuál es la duración de los tiempos muertos durante las operaciones portuarias?	
Eficiencia operacional.	Capacidad de optimizar el uso del tiempo y recursos en los procesos logísticos.	Tiempo.	Eficiencia temporal.	% Eficiencia temporal.	¿En cuánto tiempo se resuelven las incidencias operativas (imprevistos) durante el desarrollo de las maniobras?	Encuesta/entre vista/análisis estadístico.
					¿En cuánto tiempo se realiza la validación de documentación operativa para iniciar las maniobras?	
		Calidad.	Índice de ocupación.	% de ocupación.	¿Considera usted que la información disponible permite la toma de decisiones oportunas durante la ejecución de las maniobras portuarias?	
					¿Con qué frecuencia las operaciones portuarias cuentan con supervisión continua durante su ejecución?	

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 2.

Cuestionario para la validación por expertos.

 Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería Industrial 				
FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS (MÉTODO DELPHI)				
Proyecto: "Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el terminal petrolero de la Libertad, provincia de Santa Elena"				
DATOS DEL EXPERTO VALIDADOR Nombres y Apellidos: _____ Título / Especialidad: _____ Institución donde labora: _____				
EVALUACIÓN TÉCNICA DEL CONTENIDO <i>Instrucciones: Califique cada ítem del 1 al 5 donde:</i> 1: Inadecuado (El ítem no cumple en absoluto con el criterio). 2: Poco adecuado (El ítem requiere mejoras profundas). 3: Medianamente adecuado (El ítem cumple parcialmente). 4: Adecuado (El ítem cumple satisfactoriamente). 5: Muy adecuado (El ítem es óptimo y no requiere cambios). <i>Según los criterios de Pertinencia (P), Claridad (C) y Coherencia (Co).</i>				
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN LOGÍSTICA				
Nº	Ítems/Preguntas	P	C	Co
1	¿Con cuánto tiempo de anticipación las agencias navieras entregan las solicitudes de maniobra para la programación diaria?			
2	¿Considera usted que la información inicial proporcionada para cada maniobra es suficiente para su correcta planificación operativa?			
3	¿Con qué frecuencia los cambios de último momento en las solicitudes de maniobra afectan la programación diaria de las operaciones portuarias?			
4	¿Considera usted que la cantidad de personal operativo disponible es suficiente para atender las maniobras programadas?			
5	¿Considera usted que la coordinación entre el personal de planificación y el personal operativo permite una ejecución eficiente de las maniobras portuarias programadas?			
6	¿Con qué frecuencia se verifican los procedimientos operativos establecidos previo a la planificación de las maniobras?			
VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA OPERACIONAL				
Nº	Ítems/Preguntas	P	C	Co
7	¿Con cuánto tiempo de diferencia las maniobras de los buques se inician respecto al horario establecido por la programación operativa?			
8	¿Con qué frecuencia las maniobras portuarias se desarrollan sin interrupciones operativas durante su ejecución?			
9	¿Considera usted que los recursos operativos (lanchas, remolcadores, humanos) se utilizan de manera eficiente durante la ejecución de las maniobras portuarias?			
10	¿Cuál es la duración de los tiempos muertos durante las operaciones portuarias?			
11	¿En cuánto tiempo se resuelven las incidencias operativas (imprevistos) durante el desarrollo de las maniobras?			
12	¿En cuánto tiempo se realiza la validación de documentación operativa para iniciar las maniobras?			
13	¿Considera usted que la información disponible permite la toma de decisiones oportunas durante la ejecución de las maniobras portuarias?			
14	¿Con qué frecuencia las operaciones portuarias cuentan con supervisión continua durante su ejecución?			

VALORACIÓN FINAL

- ☐ **Aplicable:** El instrumento es válido y posee rigor científico.
☐ **Aplicable con cambios:** Requiere ajustes menores en los ítems observados.
☐ **No Aplicable:** El instrumento debe ser reestructurado.

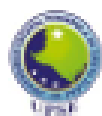
FIRMA DE RESPONSABILIDAD

 Firma del Experto Validador

C.I.: _____

Anexo 3.

Entrevista semiestructurada.



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



GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

PROYECTO: “Modelo de gestión logística para la mejora de la eficiencia operacional en el terminal Petrolero de La Libertad, provincia de Santa Elena”

Objetivo de la entrevista: Recopilar información técnica sobre procesos logísticos y eficiencia en el Terminal Petrolero.

Instrucciones: La presente entrevista es de carácter académico y tiene como finalidad obtener información para el desarrollo de la investigación. Sus respuestas serán tratadas con confidencialidad y utilizadas exclusivamente con fines investigativos.

Preguntas

1. ¿Cómo se lleva a cabo actualmente la planificación de las operaciones logísticas y maniobras dentro del terminal petrolero?
2. ¿Qué criterios técnicos y operativos se consideran prioritarios para programar las maniobras de arribo y zarpe de los buques?
3. ¿Cómo se asegura la coordinación efectiva entre el personal de planificación, la intendencia de operaciones y los servicios de remolcadores?
4. ¿Qué mecanismos de control se aplican para supervisar que cada fase de los procesos logísticos cumpla con los reglamentos establecidos?
5. ¿Considera usted que la actual dependencia del conocimiento empírico del personal constituye una limitación para la gestión logística del terminal?
6. ¿Cómo se evalúa el desempeño de los procesos operativos para determinar si la gestión logística actual es eficiente?
7. ¿Qué factores externos, como la entrega de documentación por agencias o condiciones climáticas, influyen más en el cumplimiento de la programación operativa?
8. ¿Qué tipo de inconvenientes o interrupciones operativas se presentan con mayor frecuencia durante la ejecución de las maniobras en el muelle?
9. ¿Para qué resultaría útil la implementación formal de indicadores de gestión (KPI) en el monitoreo de la eficiencia operacional del terminal?
10. ¿Considera que la optimización de la comunicación de datos en tiempo real es la acción más necesaria para mejorar la toma de decisiones operativas?

Anexo 4.

Instrumento de recolección de datos: encuesta.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CUESTIONARIO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS



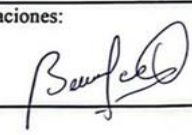
Objetivo: Recopilar información técnica sobre el desempeño de los procesos logísticos en el Terminal Petrolero de La Libertad.

Instrucciones: Lea detenidamente cada una de las siguientes preguntas y marque con una (X) la opción que mejor represente su percepción de la realidad diaria en su área de trabajo.

BLOQUE II: GESTIÓN LOGÍSTICA					
¿Con cuánto tiempo de anticipación las agencias navieras entregan las solicitudes de maniobra para la programación diaria?	☐ 1h	☐ 2h	☐ 3h	☐ 6h	☐ 12h
¿Considera usted que la información inicial proporcionada para cada maniobra es suficiente para su correcta planificación operativa?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Con qué frecuencia los cambios de último momento en las solicitudes de maniobra afectan la programación diaria de las operaciones portuarias?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Considera usted que la cantidad de personal operativo disponible es suficiente para atender las maniobras programadas?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Considera usted que la coordinación entre el personal de planificación y el personal operativo permite una ejecución eficiente de las maniobras portuarias programadas?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Con qué frecuencia se verifican los procedimientos operativos establecidos previo a la planificación de las maniobras?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
BLOQUE III: EFICIENCIA OPERACIONAL					
¿Con cuánto tiempo de diferencia las maniobras de los buques se inician respecto al horario establecido por la programación operativa?	☐ > 120 min	☐ 60 - 120 min	☐ 30 - 60 min	☐ 10-30 min	☐ 0 min
¿Con qué frecuencia las maniobras portuarias se desarrollan sin interrupciones operativas durante su ejecución?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Considera usted que los recursos operativos (lanchas, remolcadores, humanos) se utilizan de manera eficiente durante la ejecución de las maniobras portuarias?	☐ Siempre	☐ Casi siempre	☐ A veces	☐ Casi nunca	☐ Nunca
¿Cuál es la duración de los tiempos muertos durante las operaciones portuarias?	☐ >120 min	☐ 60 -120 min	☐ 30-60 min	☐ 10-30 min	☐ < 10 min

Anexo 5.

Validación por expertos.

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL CUESTIONARIO		UPSE Universidad Politécnica del Suroeste
Título: MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA OPERACIONAL EN EL TERMINAL PETROLERO DE LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		
La libertad, 29 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	GERARDO ANTONIO HERRERA BERNARDI	
Grado académico:	ING. INDUSTRIAL - MSc. SEVENANDO PHD. CANSIENTE	
Experiencia profesional:	37 AÑOS A NIVEL INDUSTRIAL.	
Tiempo de experiencia:	20 AÑOS DE EXPERIENCIA SUPERIOR	
		Firma del Experto 1
La libertad, 29 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Marco Bermeo García	
Grado académico:	Master	
Experiencia profesional:	Docente de Ingeniería	
Tiempo de experiencia:	20 años	
		Firma del Experto 2
La libertad, 29 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Darwin Gustavo Jaime Ruiz	
Grado académico:	Maestría	
Experiencia profesional:	Docente	
Tiempo de experiencia:	18 años	
		Firma del Experto 3
La libertad, 29 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo	
Grado académico:	PhD	
Experiencia profesional:	Ing. Mec. Academia Doc. Ing. Ind.	
Tiempo de experiencia:	30 +.	
		Firma del Experto 4
La libertad, 29 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Franklin González	
Grado académico:	Master	
Experiencia profesional:	Docente de Ingeniería	
Tiempo de experiencia:	15 años	
		Firma del Experto 5

Anexo 6.

Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 1).

Tabla de registro de tiempos				
Empresa: Terminal Petrolero de La Libertad – SUINLI				
Ubicación: Terminal petrolero La Libertad		Área: Intendencia de operaciones marítimas		
Fecha: 15/05/2026		Proceso: Gestión de maniobras marítimas		
Elaborado por: Stefania Guerrero – Stephan Vera		Método:		Supervisado por:
Nº	Proceso	Tiempo (min)	Tipo de actividad	Observación
1	Recepción de la solicitud de maniobra.	8	Operación.	Recepción mediante correo institucional.
2	Registro de información en SUPERLIB.	5	Operación.	Registro de datos del buque.
3	Revisión y validación documental.	19	Inspección.	Verificación de certificados y permisos.
4	Espera por documentación o correcciones.	72	Demora.	Documentación incompleta.
5	Programación preliminar de la maniobra.	11	Operación.	Asignación preliminar.
6	Coordinación con radio operador, práctico y remolcadores.	19	Operación.	Disponibilidad parcial de recursos.
7	Verificación de disponibilidad recursos.	14	Inspección.	Confirmación de recursos.
8	Confirmación de disponibilidad y comunicación.	7	Transporte de información.	Comunicación vía radio.
9	Autorización de la maniobra.	5	Operación.	Aprobación del procedimiento.
10	Espera por ventana operativa y disponibilidad atraque.	118	Demora.	Espera por disponibilidad de atraque.
11	Ejecución de la maniobra marítima.	43	Operación.	Desarrollo de la maniobra.
12	Supervisión y monitoreo de la operación.	19	Operación.	Seguimiento operativo.
13	Registro de resultados en SUPERLIB.	9	Operación.	Actualización en SUPERLIB.
14	Archivo y cierre del proceso.	5	Operación.	Archivo documental.

Anexo 7.

Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 2).

Tabla de registro de tiempos				
Empresa: Terminal Petrolero de La Libertad – SUINLI				
Ubicación: Terminal petrolero La Libertad		Área: Intendencia de operaciones marítimas		
Fecha: 15/05/2026		Proceso: Gestión de maniobras marítimas		
Elaborado por: Stefania Guerrero – Stephan Vera		Método:		Supervisado por:
Nº	Proceso	Tiempo (min)	Tipo de actividad	Observación
1	Recepción de la solicitud de maniobra.	8	Operación.	Recepción conforme al procedimiento.
2	Registro de información en SUPERLIB.	5	Operación.	Ingreso de información.
3	Revisión y validación documental.	20	Inspección.	Validación documental completa.
4	Espera por documentación o correcciones.	75	Demora.	Espera de confirmación documental.
5	Programación preliminar de la maniobra.	12	Operación.	Programación de recursos.
6	Coordinación con radio operador, práctico y remolcadores.	20	Operación.	Coordinación interinstitucional.
7	Verificación de disponibilidad recursos.	15	Inspección.	Confirmación de recursos críticos.
8	Confirmación de disponibilidad y comunicación.	8	Transporte de información.	Notificación al buque.
9	Autorización de la maniobra.	5	Operación.	Aprobación final.
10	Espera por ventana operativa y disponibilidad atraque.	120	Demora.	Disponibilidad de muelle.
11	Ejecución de la maniobra marítima.	45	Operación.	Operación normal.
12	Supervisión y monitoreo de la operación.	20	Operación.	Seguimiento permanente.
13	Registro de resultados en SUPERLIB.	10	Operación.	Registro de novedades.
14	Archivo y cierre del proceso.	5	Operación.	Cierre administrativo.

Anexo 8.

Registro de tiempos del proceso de gestión logística de maniobras marítimas (observación 3).

Tabla de registro de tiempos				
Empresa: Terminal Petrolero de La Libertad – SUINLI				
Ubicación: Terminal petrolero La Libertad		Área: Intendencia de operaciones marítimas		
Fecha: 15/05/2026		Proceso: Gestión de maniobras marítimas		
Elaborado por: Stefania Guerrero – Stephan Vera		Método:		Supervisado por:
Nº	Proceso	Tiempo (min)	Tipo de actividad	Observación
1	Recepción de la solicitud de maniobra.	9	Operación.	Alta demanda de solicitudes.
2	Registro de información en SUPERLIB.	5	Operación.	Registro sin novedades.
3	Revisión y validación documental.	21	Inspección.	> tiempo de verificación.
4	Espera por documentación o correcciones.	78	Demora.	Correcciones por parte del agente naviero.
5	Programación preliminar de la maniobra.	13	Operación.	Reprogramación por disponibilidad.
6	Coordinación con radio operador, práctico y remolcadores.	21	Operación.	Coordinación adicional entre recursos.
7	Verificación de disponibilidad recursos.	16	Inspección.	Espera de confirmación de recursos.
8	Confirmación de disponibilidad y comunicación.	9	Transporte de información.	Comunicación con múltiples actores.
9	Autorización de la maniobra.	5	Operación.	Autorización conforme al procedimiento.
10	Espera por ventana operativa y disponibilidad atraque.	122	Demora.	Congestión operativa.
11	Ejecución de la maniobra marítima.	47	Operación.	Condiciones de operación normales.
12	Supervisión y monitoreo de la operación.	21	Inspección.	Mayor tiempo de seguimiento.
13	Registro de resultados en SUPERLIB.	11	Operación.	Registro ampliado de incidencias.
14	Archivo y cierre del proceso.	5	Operación.	Archivo final del expediente.

Anexo 9.

Formato F-01. Programación diaria de maniobras marítimas.

N. º	Hora programada	Buque	Tipo de maniobra	Práctico asignado	Remolcador	Radio operador	Inspector	Estado	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Observaciones generales:									
Elaborado por:									
Revisado por:									
Aprobado por:									

Nota. Elaborado por las autoras.

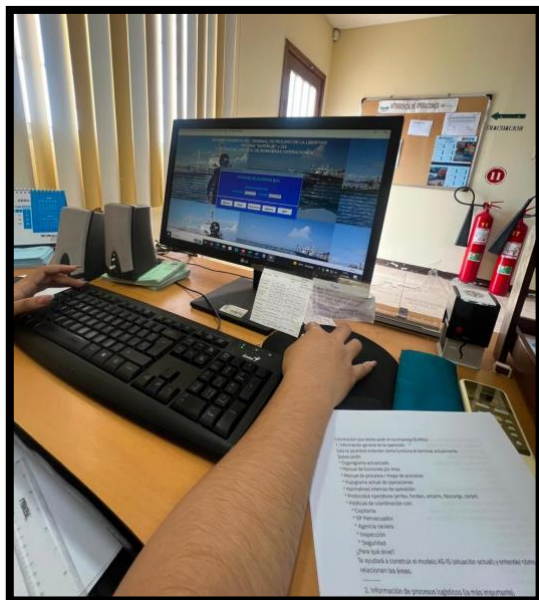
Anexo 10.

Formato F-02. Lista de verificación documental para solicitudes de maniobra.

Fecha:		Hora:	Operador responsable:		Solicitud N°:
N.º	Documento requerido	Cumple	No cumple	Observaciones	
1	Solicitud oficial de maniobra.	☐	☐		
2	Plan de carga/descarga.	☐	☐		
3	Certificados vigentes del buque.	☐	☐		
4	Autorización de EP PETROECUADOR.	☐	☐		
5	Permisos marítimos.	☐	☐		
6	Información del agente naviero.	☐	☐		
7	Documentación complementaria.	☐	☐		
Resultado de la revisión					
Solicitud aprobada					
Solicitud devuelta para corrección					
Observaciones:					
Operador:					

Anexo 13.

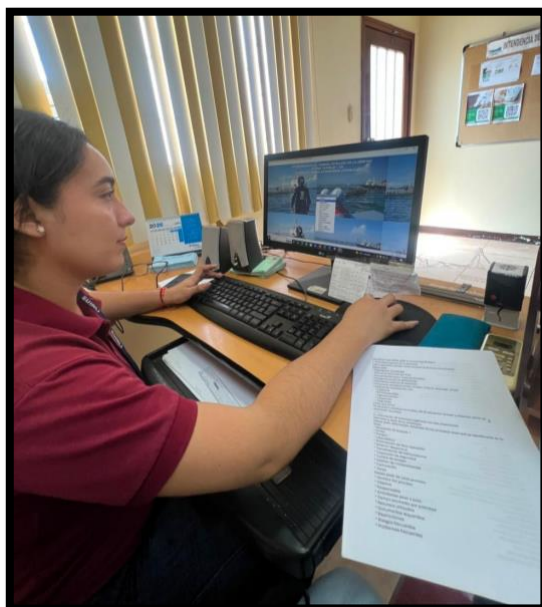
Recolección de datos en el campo de estudio.



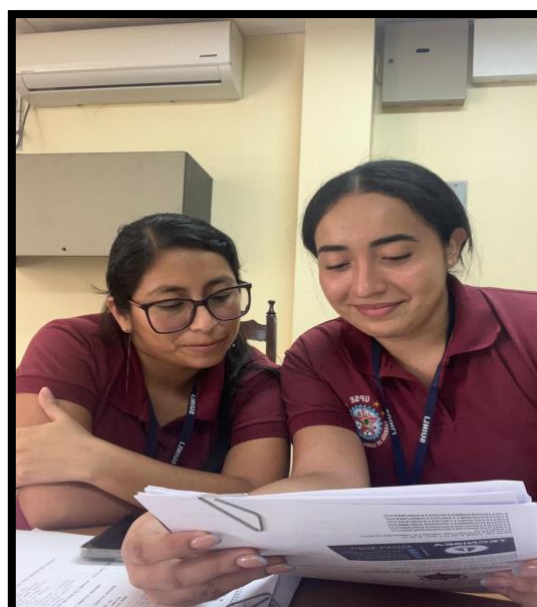
Toma de tiempos *in situ* de las maniobras marítimas.



Observación directa en Intendencia de Operaciones.



Recopilación de información de datos operativos, normativas y registros de SUPERLIB.



Ejecución del análisis documental y revisión de registros históricos de maniobras marítimas.