



Universidad Tecnológica ECOTEC

Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias De La Naturaleza

Título del trabajo:

Diagnóstico, Evaluación y Propuesta de Mejora en los Procesos de Descarga
Mediante Metodologías LEAN en un Terminal Granelero en la Ciudad de
Guayaquil

Línea de Investigación:

Gestión de los procesos productivos y operativos industriales

Modalidad de titulación:

Trabajo de integración curricular

Carrera/programa:

INGENIERÍA INDUSTRIAL - 2020

Título a obtener:

Ingenier Industrial

Autor:

Rodrigo Andrés Hernández Pazmiño

Tutor:

PhD. Pedro José Tobar Espinoza

Samborondón – Ecuador

2024



DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Quiero dedicarle este logro a mi familia la cual me ha apoyado en toda mi carrera universitaria desde mi padre, madre, hermana, abuelos y tíos que han sido un soporte y fuente de inspiración para esforzarme y darles la alegría de traer un profesional más a la familia.

Quiero también agradecerle a mi novia Andrea la cual ha estado desde que inicie el preuniversitario; es quien más ha influido en mí durante todo este proceso y es quien me ha convertido en una persona más responsable y consciente de la vida.

Además, quiero mencionar a mis amigos más cercanos como Irving, Cárdenas, Bruno, Héctor, Jose, Gabriel, Teresa y Fernanda que se han mantenido presentes y me han apoyado al entretenerme y pasar un buen rato cuando más era necesario.

Por último, me gustaría dar gracias a mis docentes guías y a mis tutores por encaminarme y siempre haberme dado la oportunidad de mejora y aprendizaje, demostrando siempre que han querido instruir correctamente al estudiante.

A todo este conjunto de personas, les agradeceré siempre y estarán plasmadas en mi memoria.



Certificado de Revisión Final



ANEXO No. 9

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Samborondón, 16 de Diciembre de 2024

Magister
Erika Ascencio
Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO "DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE DESCARGA MEDIANTE METODOLOGÍAS LEAN EN UN TERMINAL GRANELERO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL" fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante: HERNÁNDEZ PAZMIÑO RODRIGO ANDRÉS, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,



Firma

PhD. Pedro José Tobar Espinoza
Tutor

Certificado de Porcentaje de coincidencias de plagio



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

HERNANDEZ_PAZMIÑO_RODRIGO_ANDRES_TESIS

< 1%

Textos sospechosos



< 1% **Similitudes**

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

< 1% **Idiomas no reconocidos**

Nombre del documento: HERNANDEZ_PAZMIÑO_RODRIGO_ANDRES_TESIS.docx

ID del documento: cdc9727951672ae07c5c0c6377bcd3154408d4db

Tamaño del documento original: 1,93 MB

Autores: []

Depositante: DIEGO ANDRES PEÑA ARCOS

Fecha de depósito: 16/12/2024

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 16/12/2024

Número de palabras: 19.903

Número de caracteres: 130.041

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Documento de otro usuario #81b1c <small>El documento proviene de otro grupo</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 100%; height: 100%;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
2	 TESIS COMPLETA MORAN Y OBREGON.docx TESIS COMPLETA MORAN Y ... #991664 <small>El documento proviene de mi grupo</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 100%; height: 100%;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	 ahaslides.com 5 principales metodologías de mejora continua y herramientas esen... <small>https://ahaslides.com/es/blog/continuous-improvement-methodologies/</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 100%; height: 100%;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Resumen

El estudio analiza los procesos de descarga de un terminal granelero en Guayaquil, Ecuador, y propone su optimización mediante la implementación de metodologías Lean Manufacturing. Este enfoque busca abordar las principales deficiencias operativas del terminal, identificadas a través de un enfoque mixto que incluyó observación directa, entrevistas con actores clave y análisis del flujo del proceso. Los problemas más relevantes encontrados fueron los tiempos muertos, la falta de coordinación entre los participantes del proceso y el uso ineficiente de los recursos disponibles. Para la propuesta de mejora, se empleó inicialmente la metodología 5S, una herramienta clave de Lean Manufacturing orientada a la organización y estandarización del espacio de trabajo. Su implementación permitió clasificar, ordenar y estandarizar las actividades operativas, lo que resultó en una mejora significativa en la organización del espacio, la reducción de los tiempos de espera y una optimización de la coordinación entre los actores involucrados. Como resultado, se logró una disminución en los tiempos totales de descarga, una notable reducción de los costos operativos y un mejor aprovechamiento de los recursos. Estas mejoras incrementaron la productividad del terminal y fortalecieron su competitividad en el mercado internacional. El estudio valida la eficacia de la metodología Lean para resolver problemas operativos, ofreciendo un modelo práctico y replicable para mejorar la eficiencia en terminales graneleros con desafíos similares.

Palabras clave: Terminal granelero, Lean, Eficiencia Operativa, Optimización, Competitividad.

Abstract

This study analyzes the unloading processes at a bulk cargo terminal in Guayaquil, Ecuador, and proposes their optimization through the implementation of Lean Manufacturing methodologies. This approach aims to address the terminal's main operational inefficiencies, identified through a mixed-method approach that included direct observation, interviews with key stakeholders, and process flow analysis. The most significant issues identified were idle times, lack of coordination among process participants, and inefficient use of available resources. To improve these aspects, the 5S methodology was initially employed, a key tool of Lean Manufacturing focused on organizing and standardizing the workspace. Its implementation allowed for the classification, arrangement, and standardization of operational activities, resulting in significant improvements in workspace organization, reduced waiting times, and optimized coordination among involved actors. As a result, total unloading times decreased, operational costs were significantly reduced, and resource utilization improved. These enhancements increased the terminal's productivity and strengthened its competitiveness in the international market. The study validates the effectiveness of Lean methodology in addressing operational challenges, offering a practical and replicable model to improve efficiency in bulk cargo terminals facing similar issues.

Keywords: Bulk cargo terminal, Lean, Operational efficiency, Optimization, Competitiveness.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes	13
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Pregunta científica.....	17
1.4 Objetivos	17
1.4.1 Objetivo general	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 Justificación.....	18
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	22
2.1 El Sector Portuario en Ecuador y la Importancia de los Terminales Graneleros	22
2.2 Metodología LEAN: Origen, Principios y Aplicación en la Logística.....	23
2.2.1 Origen y Principios de LEAN	23
2.2.2 Herramientas LEAN Aplicadas en la Logística Portuaria.....	24
2.3 La optimización de los procesos de descarga en terminales graneleros.....	25
2.3.1 Procesos actuales en los terminales graneleros	25
2.3.2 Aplicación de LEAN en los procesos de descarga.....	26
2.4 Impacto de la Mejora de la Eficiencia en la Competitividad del Puerto	31
2.4.1 Eficiencia Operativa y Costos	31
2.4.2 Capacidad de Respuesta y Flexibilidad.....	32
2.4.3 Mejora en la Satisfacción del Cliente.....	32
2.4.4 Posicionamiento en el Mercado Internacional	33
2.4.5 Desarrollo Económico Local.....	34
2.4.6 Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa.....	34
2.5 El Marco Jurídico Relacionado con la Eficiencia Operativa en Puertos.....	35
2.6 Marco Conceptual	36
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1 Enfoque de la Investigación	42
3.2 Alcance de la Investigación.....	43
3.3 Delimitación de la Investigación.....	44
3.4 Población y Muestra de la Investigación.....	46
3.4.1 Población de la Investigación.....	46

3.5 Métodos Empleados	48
3.5.1 Métodos Empíricos	48
3.5.2 Observación Directa	49
3.5.3 Guía de entrevista.....	49
3.5.4 Métodos Estadísticos.....	50
3.5.5 Recolección de datos	51
3.6 Procesamiento y Análisis de la Información	56
3.6.1 Resultados de las encuestas.....	56
3.6.2 Diagrama de Ishikawa.....	67
3.6.3 Resultados de la Observación Directa:.....	68
3.6.4 Resumen de las Métricas Observadas:	75
3.6.5 Análisis Estadístico Descriptivo:.....	76
3.7 Propuesta de Mejora Mediante las Metodologías LEAN.....	78
3.7.1 Implementación de las 5S.....	78
3.8 Plan maestro o plan anual.....	90
3.8.1 Ejecución del plan maestro.....	92
3.8.2 Implementación SEIRI	93
3.8.3 Implementación SEITON.....	95
3.8.4 Implementación SEISO.....	96
3.8.5 Implementación SEIKETSU (Estandarizar y mantener).....	97
3.8.6 Implementación SHITSUKE (Disciplina).....	98
3.9 Costos de implementación:	99
3.10 Beneficios implementación metodología	100
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS	105
4.1 Resultados implementación metodología.....	105
4.2 Procedimientos realizados.....	105
4.3 Beneficios implementación metodología.....	109
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	115
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	125

Índice de tablas

Tabla 1. Población.....	47
Tabla 2. Respuesta de entrevistas a gerente de concesionaria granelera.....	66
Tabla 3. Procedimiento proceso descarga al granel	69
Tabla 4. Partes del proceso a ser observadas.....	71
Tabla 5. Observación Directa (8-10 am).....	72
Tabla 6. Observación Directa (12-1 pm).....	73
Tabla 7. Observación Directa (4-6 pm).....	74
Tabla 8. Observación Directa (Promedio Final)	74
Tabla 9. Indicadores	76
Tabla 10. Aplicación estrategias 5S proceso de descarga.....	80
Tabla 11. Acciones a implementar desde la perspectiva del proceso.....	85
Tabla 12. Comité 5S.....	88
Tabla 13. Responsabilidades comité 5S.....	88
Tabla 14. Cronograma de capacitación	89
Tabla 15. Detalle de plan maestro para implementación 5S	90
Tabla 16. Clasificación de uso de criterio	92
Tabla 17. Informe de notificación de mantenimiento	94
Tabla 18. Lista de chequeo SEIRI.....	94
Tabla 19. Lista de chequeo SEITON	95
Tabla 20. Propuesta de cronograma de limpieza.....	96
Tabla 21. Lista de chequeo SEISO.....	97
Tabla 22. Lista de chequeo SEIKETSU.....	98
Tabla 23. Lista de chequeo SHITSUKE	99
Tabla 24. Costos implementación 5S.....	100
Tabla 25. Proyección de retrasos en descarga de 20000 TM 48 horas.....	101
Tabla 26. Ahorros de tiempo, metodología 5S.....	101
Tabla 27. Reducción costos alquiler de muelle.....	102
Tabla 28. Reducción costos tiempo de almacenamiento.....	102
Tabla 29. Proyección anual de valores ahorrados	103
Tabla 30. Flujo 5 años.....	103
Tabla 31. Indicadores financieros	104
Tabla 32. Procedimientos de carga ejecutados por tipo de carga y TM totales	105
Tabla 33. Detalle de programación de cargas	106
Tabla 34. Total paradas programadas	106
Tabla 35. Proyección operación vs. retrasos	106
Tabla 36. Procesos de descarga realizados.....	107
Tabla 37. Comparativa programado vs Metodología 5S.....	108
Tabla 38. Reducción costos alquiler de muelle.....	110
Tabla 39. Reducción costos tiempo de almacenamiento.....	110
Tabla 40. Proyección anual de valores ahorrados	111
Tabla 41. Flujo 5 años.....	111
Tabla 42. Indicadores financieros	112
Tabla 43. Metodologías LEAN a implementar	113

Índice de Figuras

Figura 1 Edad	56
Figura 2. Cargo que ocupan	57
Figura 3. Tiempo de experiencia laboral.....	57
Figura 4. Tiempo trabajando en el proceso de descarga	58
Figura 5. Tiempos de descarga adecuados para cumplir con requerimientos	59
Figura 6. Observación sobre los camiones de volteo en espera para ser cargados.....	59
Figura 7. Coordinación de proceso de carga y descarga	60
Figura 8. Frecuencia de tiempos muertos durante el proceso de descarga.....	61
Figura 9. Fallas en equipos que retrasan la descarga	61
Figura 10. Mantenimiento de equipos que retrasan los procesos de descarga	62
Figura 11. Recursos para iniciar funciones laborales.....	63
Figura 12. Comunicación interna organizacional.....	63
Figura 13. Calificación de eficiencia de los procesos de descarga.....	64
Figura 14. Diagrama de Ishikawa	67
Figura 15. Gráfico de Pareto	68
Figura 16. Comparativa retrasos programados vs. 5S.....	108

Índice de Anexos

Anexo 1. Maniobra de atraque en el muelle.....	125
Anexo 2. Inicio de maniobra de descarga	125
Anexo 3. Proceso de instalación de la cuchara a la grúa.....	126
Anexo 4. Proceso de introducción de Cargador frontal al buque.....	127
Anexo 5. Proceso de introducción de retroexcavadora al buque.....	127
Anexo 6. Proceso de maquinaria introducida en el buque para arrume de carga mediante un Spreader.....	128
Anexo 7. Proceso de tolva siendo llenada por cuchara	129
Anexo 8. Proceso de pesaje del camión lleno de carga en la báscula	130
Anexo 9. Proceso de descarga de carga granel en almacenamiento.....	130
Anexo 10. Proceso de arrume de la carga a granel en almacén	131
Anexo 11. Proceso de barredora recogiendo residuos de la carga	131
Anexo 12. Proceso de maquinaria pesada realizando apilamiento de la carga en almacén	132
Anexo 13. Oficio Tarifario 2024 - Recibo	133
Anexo 14. Diagrama de flujo del proceso de descarga	135
Anexo 15. Flujograma del proceso de descarga.....	136
Anexo 16. Descarga del buque #1, tipo de carga soya.....	137
Anexo 17. Descarga del buque #2, tipo de carga trigo.....	137
Anexo 18. Descarga del buque #3, tipo de carga gluten	138
Anexo 19. Resultados de encuesta "parte 1"	139
Anexo 20. Resultados de encuesta "parte 2"	140

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la competitividad de los puertos ya son aspectos importantísimos de la economía mundial, que afectan más de cerca a las ciudades portuarias como Guayaquil, Ecuador, que manejan volúmenes de carga considerables. En particular, los terminales graneleros son fundamentales para la exportación e importación de productos a granel necesarios para la industria. La eficiencia en los procesos de descarga en estos terminales es de gran relevancia porque influye en la celeridad con la que las mercancías arriban a su destino, además de los costos operativos y la satisfacción de los consumidores (UNCTAD, 2019). Además, la competitividad de los puertos depende significativamente del uso eficiente de los recursos y de los tiempos con los que se desarrollan las diferentes actividades del puerto (BID, 2019)

Los terminales graneleros que funcionan en la ciudad de Guayaquil también tienen algunos problemas. Algunos de estos son las largas colas, el desperdicio de capacidad, el mantenimiento de maquinaria y falta de coordinación entre el personal que forma parte del proceso (González & Rodríguez, 2020). Tales problemas no solo influyen en la eficiencia operativa, sino que también aumentan los costos operativos y la capacidad de responder a las necesidades del mercado internacional (Hernández & López, 2020). Es indispensable la mejora de estos procesos, para incrementar la competitividad del puerto donde los efectos son percibidos a nivel microeconómico.

El estudio que se presenta tiene como fin dar respuesta a estas problemáticas en virtud del análisis de los procesos de descarga que se llevan a cabo en un terminal

granelero en Guayaquil. El trabajo se enfocará en la búsqueda de áreas de oportunidad en el proceso de desembarque de mercancía, desde la llegada del barco hasta el depósito de la carga en los almacenes. De esta manera se pretende también averiguar las razones que formaron las inoperatividades y así desarrollar estrategias para mejorar la eficiencia del (Womack & Jones, 2003).

El trabajo de estudio comprende, por un lado, las actividades relacionadas con las operaciones portuarias en general y, por otro, las actividades que son propias de los terminales de carga a granel. Este análisis se dedicará, en la mayor parte, a los aspectos que permiten aumentar la velocidad de la descarga de graneles sin comprometer la calidad de la carga para generar mejoras prácticas, que optimizarán tales procesos. El efecto de las deficiencias operacionales en la competitividad será tomado en cuenta, ya que los puertos que operan de manera más eficiente son los que mejor se sitúan en el comercio internacional (Navarro Chávez & Delfín Ortega, 2020).

En este sentido, se logrará comprobar que el mismo no resulta útil solamente para entender en ciertas condiciones los problemas que tienen los terminales graneleros en Ecuador, sino que también brindará un referente que buscará mejorar la eficiencia en las operaciones en los puertos de este entorno reduciendo así los costos y fortaleciendo la competitividad del puerto de Guayaquil en la región.

1.1 Antecedentes

Dentro de la temática de la mejora de los procesos operacionales en las instalaciones de los puertos, se ha dado seguimiento a varios estudios que abordan la problemática de carga y descarga de productos en estado de granel, por el contrario, observándose las posibilidades de optimizar dichos procesos. En detalle, el uso de teorías y metodologías aplicadas en el área de logística, como las prácticas LEAN, ha recibido considerable atención. El estudio realizado por Rivera y Gómez (2021) muestra el modo en que se consiguen las metas de determinada carga a través de la implementación de los Principios LEAN, esto a su vez eliminando el desperdicio y los excesos y aumentando la eficiencia del sistema de forma integral a un bajo coste en la operativa.

En América Latina, el estudio de los puertos graneleros ha sido uno de los focos más importantes en el manejo logístico y la competitividad portuaria. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) enfatiza en el año 2020 la necesidad de automatización en la creación y operacionalización de terminales de carga y descarga, afirmando que la mejora de los procesos operativos no solo conduce a la reducción de costos, sino que también mejora la efectividad en el servicio a las demandas globales. En su opinión, la eficiencia de la descarga de cargas a granel se basa principalmente en que tan efectiva es la implementación de tecnología y la coordinación de los operadores involucrados.

Si bien se han dado estudios sobre aprendizaje en el sector portuario, el incremento de actividades como la que desarrollan Jiménez y Pérez (2020) manifiesta que la

implementación de metodologías Lean, comunes en la administración industrial, también ha tenido éxito en áreas de servicios, incluso en la logística portuaria. En este entorno, se han observado distintas oportunidades de mejora en el ciclo del proceso de las descargas como la disminución de tiempos de espera, mejor uso de los recursos y también mayor coordinación entre grupos de trabajo.

Según lo que comentan Liker y Meier (2019), quienes fueron de los primeros en estudiar LEAN, la mejora de procesos es fundamental no solo para aumentar la productividad sino también para una mayor competitividad en los mercados internacionales. En los puertos aplicando los principios LEAN, la meta es reducir los tiempos de espera o muertos y mejorar la secuencialidad de las tareas, lo cual es importante en el muy feroz mercado competitivo de Guayaquil donde la eficiencia operativa puede influir en la competitividad del puerto.

Esta variedad de estudios indica que la optimización de los procesos en los terminales graneleros es un tema de suma importancia, pues hacerlo no solo beneficia la economía local, si no también mejora la competitividad del puerto. Además, la satisfacción del cliente y la reducción de costos a futuro, son unos factores clave involucrados en el caso. Por ello, el no hacer uso de las metodologías Lean sería ignorar una de las opciones que más destacan para la optimización de procesos.

1.2 Planteamiento del problema

El terminal granelero de Guayaquil, considerado como uno de los puntos logísticos más importantes del país, maneja grandes volúmenes de productos como el maíz, trigo y soya. Por una estructura de planificación y organización de las operaciones en general bien estructurada, este puerto también ha logrado mantenerse competitivo en esta región. Aun cuando el puerto cuenta con procesos operacionales y estructuras organizacionales, existen todavía áreas críticas donde la eficiencia de las operaciones y los recursos disponibles pueden ser mejorados (Rivera & Gómez, 2021).

Uno de los problemas más sobresalientes consiste en la coordinación de las actividades realizadas por los actores involucrados en el proceso de descarga. Aunque el puerto cuenta con operaciones bien planificadas, el proceso no siempre es llevado a cabo de forma fluida, esto es debido por diferentes factores como la asignación de recursos, la sincronización de los operadores, acumulamiento en las áreas de descarga, entre otros. (García & Sánchez, 2020). Una de las actividades que se mantienen en constante movimiento son los camiones de volteo o Capacity los cuales llevan las bañeras con la carga, estos transitan por el puerto para descargar en los almacenes, estos en hora pico, muchas veces se congestionan y se atrasan al querer descargar el producto, porque son interrumpidos a causa de que se encuentran con los vehículos que viene a despachar su carga al puerto. El recorrido realizado por ambos transportes se entrelaza en la sección de las básculas generando tiempos de inactividad prolongados aproximadamente de 10 a 15 minutos, lo cual representa tiempos de espera considerables para el tiempo total de

descarga. Aunque aquello se lo observa como algo no tan excesivo, podría reducirse para mejorar los tiempos de descarga.

Otra línea de acción que tiene posibilidades de mejora corresponde a la organización del espacio de trabajo. Si bien es cierto que de forma general las zonas operativas tienen un grado de orden aceptable, no siempre hay una adecuada organización de las actividades que tienen lugar en las alternancias de las zonas de carga, almacenaje y de salida. También hay momentos en los que la distribución de herramientas y equipos provocan ligeros retrasos cuando los operarios tienen que desplazarse para buscarlas por la versatilidad de sus tareas. Esto incrementa el tiempo de localización, si es que no de la actividad misma, pero no es crítico. Sin embargo, si se mejora la organización y la estandarización de los procesos operativos, estos pequeños retrasos podrían evitarse y así colaboraría en la mejora de la productividad (Fernández & Ríos, 2021).

El uso de los recursos en el puerto es relativamente adecuado, pero raramente son llevados a su punto máximo debido a que los recursos asignados están de una forma no tan dinámica de lo que podría llegar a ser. La mayoría de los equipos y maquinarias suelen ser utilizadas en gran parte del proceso, pero es posible que no estén completamente operativas a las necesidades que realmente se requiere, lo que puede aumentar el tiempo de espera. Es cierto que en el puerto de estudio los equipos funcionan en condiciones adecuadas, pero la organización de los flujos de trabajo y una planificación de los recursos más óptima podría conseguir un mejor rendimiento a estos, lo cual haría que se invierta menos tiempo en la movilización de estos.

A pesar de que el terminal opere con un nivel de eficiencia relativamente alto, la ausencia de una estandarización completa y una mejor coordinación entre los integrantes del trabajo demuestra que existen áreas con oportunidades a ser optimizadas. Mediante el reajuste de estos aspectos se podría generar mejoras en el proceso de descarga, aumentando la productividad general del puerto, además de reducir los costos operativos y una superior competitividad del puerto (López & Pérez, 2020).

1.3 Pregunta científica

¿De qué maneras puede la adaptación de las metodologías LEAN mejorar la eficiencia del proceso de descarga en los terminales graneleros en Guayaquil?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el diagnóstico, evaluación y propuesta de mejora en los procesos de descarga de un terminal granelero de la ciudad de Guayaquil aplicando las metodologías LEAN, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos y costos operativos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar los procedimientos actuales de descarga en el terminal granelero.
- Evaluar la efectividad de los procesos de descarga del terminal granelero a través de la adopción de la metodología LEAN.
- Recomendar mejoras en los procesos de descarga del terminal granelero para ser implementadas con metodologías LEAN.

1.5 Justificación

La optimización de los procesos de descarga en terminales graneleros es un asunto de gran interés económico a nivel logístico y portuario, especialmente en países que cuentan con una infraestructura comercial desarrollada como en el caso de Ecuador. El puerto granelero de Guayaquil, que es uno de los puertos más grandes del país, aun presenta capacidades operativas deficientes y estas afectan su efectividad, la competitividad de sus operaciones y el nivel de reacción a las exigencias del comercio internacional. Estos problemas no solo se manifiestan en el mal aprovechamiento de los recursos y el aumento en los tiempos de descarga de mercancías, sino también en que el terminal no ha sido convincente en su capacidad para satisfacer las demandas del mercado. La importancia de la mejora de estos procesos tiene que ver con la reducción de los costos en la operación, el rendimiento de los procesos y la competitividad del

puerto, que es esencial para la viabilidad económica del terminal y de la región en su conjunto (Pallares & González, 2022).

Desde una perspectiva teórica, la investigación complementará el conocimiento sobre la mejora de procesos en el sector portuario al incorporar metodologías 'LEAN' que han sido probadas en diversas industrias y áreas logísticas y que han proporcionado resultados notables en la reducción de desperdicios, el ahorro de recursos y la mejora de los procesos (Rojas & Díaz, 2021).

El estudio ayudará a profundizar los beneficios de las herramientas LEAN en los entornos portuarios, en los cuales la eficiencia, la velocidad y la coordinación son factores clave para sostener la competitividad en el mercado. La implementación de estas metodologías brinda una oportunidad para la mejora de los tiempos de descarga y la sincronización entre los involucrados en el proceso, como los operadores de las grúas, los conductores de los camiones, el personal de las tolvas quienes contribuyen a que la operación sea más fluida y menos tendente a errores.

Desde una perspectiva metodológica, esta investigación particular tiene como objetivo lograr un análisis detallado y una evaluación de las condiciones existentes tal como son dentro de la terminal de granel del puerto. También busca proporcionar los cuellos de botella críticos en un sistema ineficiente y ofrecer sugerencias equilibradas para la mejora orientadas a reducir los tiempos de espera y a mejorar el despliegue del equipo disponible. La adopción de herramientas Lean y el análisis del flujo de trabajo

también ayudará a identificar otras fuentes de desperdicio en relación con el mal rendimiento de la terminal. Esta línea de enfoque no solo facilitará el diagnóstico de los problemas subyacentes que conducen a actividades ineficientes, sino que también desarrollará un estudio de caso que puede ser utilizado en otros puertos de la región con problemas de carga comparables. (Sosa & Hernández, 2020).

En términos prácticos, este trabajo considera un problema específico que afecta el desempeño actual del terminal granelero de Guayaquil y, por tanto, la competitividad de la infraestructura portuaria. En particular, la falta de operatividad del proceso de descarga lleva a la subutilización de los recursos y el aumento de los costos de operación, lo que hace que el puerto sea menos competitivo en comparación con otros terminales en la región. Por lo tanto, la propuesta de una mejora en la coordinación entre los actores involucrados en el proceso, junto con la disminución de tiempos de espera y mantenimiento de los equipos dará lugar a una mayor eficiencia operativa, incluyendo la reducción de los costos operativos y el aumento de la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado (Ramírez & Ortega, 2021).

La implementación de estas metodologías no solo beneficiará al terminal granelero, más bien podrá llegar a ser ejemplo para otros puertos con problemas similares. Al ser mejorada la eficiencia de las operaciones, aumentará la competitividad y los puertos podrán destacar en el comercio internacional debido al aumento en la productividad los cuales lograrían abastecer la demanda gracias a la contribución de las metodologías LEAN. Además, estas metodologías ayudarían a mejorar la calidad del



servicio que se les ofrece a los clientes, reduciendo tiempos de tránsito de la carga y aumentando la satisfacción general, provocando un impacto positivo en la competitividad y la sostenibilidad de las empresas dependientes del terminal (Valdés & Gómez, 2021).

La investigación, además de buscar la mejora de los problemas operativos, también busca contribuir en el entendimiento de cómo las metodologías pueden ser usadas para transformar la gestión de los procesos portuarios, ofreciendo un abanico de oportunidades y soluciones prácticas para optimizar el uso de recursos, mejorar la calidad del servicio y posicionar a los puertos del sector en puertos más eficientes y competitivos en la región (Martínez & Vargas, 2022).

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 El Sector Portuario en Ecuador y la Importancia de los Terminales Graneleros

Dentro del Ecuador existe la importancia que radica la economía sobre el sector portuario, la cual es la principal ruta utilizada para el manejo y transporte de las exportaciones e importaciones del país. En particular, los terminales de carga de granel, las cuales son fundamentales para la exportación de productos a granel que representan una parte sustancial del comercio exterior del Ecuador (Cabrera & Fernández, 2022). En Guayaquil se encuentra el puerto más grande del país, el cual maneja un gran volumen de este tipo de productos, y por lo cual dichas terminales a granel son consideradas vitales en el desarrollo económico local (Rodríguez & Díaz, 2021).

La eficiencia operativa de estas terminales es muy importante, no solo para mejorar la competitividad del puerto en el mercado global, sino también para reducir los costos logísticos relacionados con los procesos que implican la descarga y a su vez el manejo de la misma. Gracias al aumento en el volumen de carga, la velocidad y la eficiencia de los procesos de descarga, el puerto de Guayaquil se logra convertir en un referente de competitividad frente a otros puertos en todo el mundo (Arias & Pérez, 2021).

Sin embargo, las terminales a granel en Ecuador enfrentan diversos desafíos, entre los cuales encontramos los tiempos de espera prolongados, equipos o maquinaria devaluadas, falta de coordinación entre el equipo e infraestructura, las cuales necesitan mejorar. Estos problemas invariablemente disminuyen la eficiencia de las operaciones y

por ende, aumentan los costos operativos, así como disminuye la producción (López & Gómez, 2020).

2.2 Metodología LEAN: Origen, Principios y Aplicación en la Logística

2.2.1 Origen y Principios de LEAN

Las metodologías LEAN nacen a partir del sistema de producción de la marca Toyota, la cual fue creada en Japón durante el año de 1940. Esta metodología busca la eliminación completa de los desperdicios y mejorar la optimización de los procesos, con el fin de maximizar el valor para el cliente mientras se disminuyen los recursos empleados dentro del proceso (Atlassian, 2024).

Eliminación de desperdicios: Todas aquellas actividades que no aporten un valor para el cliente serán consideradas un desperdicio. En el caso de los terminales graneleros, estos desperdicios son considerados como: los tiempos de espera, movimiento innecesario de recursos o incluso el mal manejo del equipo (Slimstock, 2024).

Mejora Continua: Son todas aquellas mejoras constantes que son consideradas sostenibles dentro de los procesos, entre las cuales encontramos, la participación de todos los miembros de la organización (Ignasi Sayol, 2024).

Valor para el cliente: LEAN, permite que se redefina el valor desde la perspectiva del cliente, lo que implica que todos aquellos esfuerzos de mejora deben estar

dirigidos a aumentar la calidad y a reducir los costos sin comprometer los tiempos de entrega (OBS Business School, 2024).

2.2.2 Herramientas LEAN Aplicadas en la Logística Portuaria

Existe una gran variedad de herramientas dentro de la metodología, las cuales son específicamente útiles para la optimización de procesos en la logística portuaria, entre ellas:

Las 5S: Son todas aquellas prácticas que están orientadas a mejorar la calidad de la organización dentro del espacio de trabajo. Estas prácticas son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Sostener. Al implementar las 5s en un terminal granelero se puede mejorar la comunicación y coordinación entre las distintas áreas del proceso como: Operadores de grúas, camiones y personal de las tolvas (Kaizen, 2024).

Value Stream Mapping (VSM): Esta herramienta visual permite llevar un mapeo del flujo del valor dentro de un proceso que comprende de inicio a fin, el cual permite identificar las áreas donde se propicia el desperdicio y las ineficiencias en cada fase del proceso. En el caso de los terminales graneleros, el VSN puede implementarse para medir y analizar el flujo de descarga desde que el buque llega hasta que la carga es almacenada dentro de los depósitos (Beetrack, 2024).

Kanban: La técnica tiene el fin de gestionar el flujo de materiales y recursos, es decir en el caso de terminales graneleros, esta técnica puede ayudar a regular y mantener el flujo

de los camiones de volteo, asegurando que la cantidad de carga en espera no sobrepase la capacidad de almacenamiento disponible (Mecalux, 2024).

2.3 La optimización de los procesos de descarga en terminales graneleros

2.3.1 Procesos actuales en los terminales graneleros

En los terminales graneleros, la descarga de carga a granel implica múltiples pasos desde la llegada del buque hasta el almacenamiento de la carga. Durante este proceso, se utilizan diferentes tipos de equipos como grúas, cucharas, montacargas cargador frontal, camiones de volteo y tolvas. Sin embargo, la falta de coordinación entre estos equipos y el mal mantenimiento de las máquinas afectan la eficiencia del proceso. La optimización de estos procesos puede reducir significativamente los tiempos de espera y mejorar la utilización de los recursos disponibles (Alvear-Caguana, Loo-Suárez, & González-Rodríguez, 2024).

Los principales cuellos de botella en los procesos de descarga incluyen:

Coordinación inadecuada entre los operadores de grúas, los camiones de volteo y el personal de las tolvas, lo que lleva a generar tiempos muertos y un uso ineficiente de los equipos.

Mantenimiento deficiente de los equipos de carga y descarga, los cuales comúnmente no están disponibles debido a fallas mecánicas imprevistas.

Falta de monitoreo en tiempo real en el flujo de trabajo y el estado de los equipos, lo que hace más difícil la toma de decisiones rápidas y eficaces.

2.3.2 Aplicación de LEAN en los procesos de descarga

En los terminales graneleros, la metodología se enfoca en identificar y eliminar las actividades del proceso que no generan valor, mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos operativos asociados con la descarga. Por ello se explicará como varias herramientas de LEAN, al ser implementadas de forma correcta y sistemática, pueden llegar a transformar los procesos de descarga de granel, especialmente en el puerto de Guayaquil.

2.3.2.1 Value Stream Mapping (VSM)

El *Value Stream Mapping* (VSM) es una herramienta LEAN que permite mapear todo el flujo de valor en un proceso, desde el inicio hasta el final. En el caso de los terminales graneleros, el VSM ayuda a visualizar y analizar cada fase del proceso de descarga, desde la llegada del buque al puerto hasta el almacenamiento final de la carga en los depósitos. Este mapeo proporciona una representación clara de las actividades realizadas, los tiempos asociados y los puntos críticos donde se generan desperdicios o ineficiencias

El VSM es especialmente útil en terminales graneleros porque permite identificar tiempos de espera innecesarios entre las distintas fases del proceso, como la espera de los camiones de volteo para ser cargados o la falta de coordinación entre los operadores de

grúas y el personal de las tolvas. Además, a través del análisis de cada eslabón en la cadena de valor, se pueden detectar barreras de comunicación o cuellos de botella en el flujo de trabajo, lo cual puede estar generando tiempos muertos o el uso ineficiente de los equipos.

Una vez identificados estos puntos de ineficiencia, el VSM facilita la implementación de mejoras específicas para reducir estos desperdicios, mejorando la sincronización entre los actores involucrados y permitiendo un flujo continuo y eficiente de la carga (Lean Manufacturing 10, 2024).

2.3.2.2 Las 5S

La implementación de las 5S en un terminal granelero es fundamental para mejorar la organización y la eficiencia operativa del espacio de trabajo. Las 5S consisten en cinco principios clave: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Sostener. Estos principios no solo están orientados a mejorar la organización física del área de trabajo, sino también a reducir los tiempos de búsqueda, mejorar la seguridad y garantizar un entorno limpio y eficiente (Kaizen, 2024).

Clasificar: Implica separar lo necesario de lo innecesario. En un terminal granelero, esto significa eliminar herramientas, equipos o materiales que no se usan frecuentemente, lo que reduce el desorden y facilita el acceso a los recursos importantes.

Ordenar: Implica organizar todos los recursos de manera que sean fácilmente accesibles. En un terminal granelero, esto puede incluir la organización eficiente de los

camiones de volteo, herramientas y equipos de carga, lo que permite una mejor coordinación entre los operadores.

Limpiar: Garantiza que el espacio de trabajo esté limpio y libre de obstáculos. Esto es esencial en un terminal granelero, donde los equipos pesados y los materiales pueden ocupar grandes espacios y crear peligros o interrupciones innecesarias.

Estandarizar: Implica crear procedimientos estándar para las tareas diarias, asegurando que todos los empleados sigan las mejores prácticas establecidas. En un terminal, esto podría traducirse en protocolos estandarizados para la carga y descarga de productos a granel, evitando errores y mejorando la eficiencia operativa.

Sostener: Significa mantener los estándares establecidos y asegurar que las mejoras continúen a lo largo del tiempo. La implementación de auditorías regulares y revisiones de los procesos es clave para garantizar que las mejoras se mantengan y sigan optimizando los flujos de trabajo.

Implementar las 5S en el terminal granelero reduce los tiempos de búsqueda de herramientas y equipos, aumenta la seguridad, mejora la organización de las áreas de trabajo y promueve una mayor colaboración entre los operadores. Esta mejora en la organización resulta en una mayor eficiencia operativa y menos interrupciones durante el proceso de descarga.

2.3.2.3 Kanban

El *Kanban* es un sistema de gestión visual que ayuda a controlar el flujo de trabajo y evitar sobrecargas en el sistema. En un terminal granelero, el uso de *Kanban* permite gestionar los camiones de volteo, las tolvas y las grúas de manera eficiente, asegurando que los recursos estén disponibles cuando se necesiten y evitando cuellos de botella.

El sistema *Kanban* utiliza tarjetas o señales visuales para indicar la cantidad de recursos disponibles y el momento en que es necesario realizar una nueva acción. Cuando una tolva se llena y necesita ser vaciada, el sistema *Kanban* puede generar automáticamente una señal para que un camión de volteo llegue a la zona de carga. Esto evita tiempos muertos y mejora la sincronización entre los camiones y las grúas, lo que acelera el proceso de descarga.

El uso de *Kanban* en el terminal también permite un control más estricto sobre el flujo de materiales y evita el exceso de inventarios en las áreas de almacenamiento o en las tolvas, lo que reduce los tiempos de espera y aumenta la eficiencia (Asana, 2024)

2.3.2.4 Kaizen (Mejora Continua)

El *Kaizen*, o mejora continua, es un principio fundamental de LEAN que se enfoca en realizar pequeñas mejoras en los procesos de manera constante. En un terminal granelero, aplicar *Kaizen* implica involucrar a todos los trabajadores en la identificación de problemas y en la implementación de soluciones. Los operadores, grúas, conductores de camiones y otros empleados del terminal tienen un conocimiento único sobre los

procesos diarios y, por lo tanto, son clave para identificar ineficiencias y proponer mejoras.

La mejora continua puede ser tan simple como ajustar el horario de trabajo para minimizar los tiempos de inactividad, mejorar la formación de los empleados en el uso de equipos o revisar los procedimientos operativos para encontrar áreas de mejora. A través de ciclos de retroalimentación y ajustes constantes, el *Kaizen* asegura que el terminal granelero siga mejorando su eficiencia con el tiempo, lo que reduce los costos operativos y mejora la velocidad de descarga (Kaizen, 2024).

2.3.2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El mantenimiento es uno de los aspectos más críticos en la optimización de los procesos en los terminales graneleros. Las grúas, cucharas y otros equipos esenciales requieren un mantenimiento adecuado para evitar paradas imprevistas que puedan interrumpir las operaciones. LEAN integra el concepto de mantenimiento preventivo y predictivo, lo que implica realizar mantenimientos de manera planificada antes de que ocurran fallos mecánicos (Fractal, 2024).

El mantenimiento preventivo en el marco de LEAN no solo incluye las revisiones regulares de los equipos, sino también el análisis de datos sobre el rendimiento de las máquinas para predecir posibles fallos y tomar medidas preventivas antes de que ocurran. Esto mejora la disponibilidad de los equipos, reduce los tiempos de inactividad y optimiza la utilización de los recursos en el terminal.

2.4 Impacto de la Mejora de la Eficiencia en la Competitividad del Puerto

La competitividad portuaria está determinada por varios factores, entre los cuales la eficiencia operativa juega un papel fundamental. Los terminales graneleros son elementos clave dentro de la cadena de suministro global, dado que son responsables de la descarga y almacenamiento de productos a granel de gran volumen. La mejora en los procesos operativos de estos terminales puede tener un impacto directo en la reducción de costos, agilidad en la cadena logística y la capacidad de atraer más clientes, lo que aumenta la competitividad de un puerto en el comercio internacional.

2.4.1 Eficiencia Operativa y Costos

Los costos operativos en un terminal portuario están fuertemente influenciados por el tiempo de descarga y la utilización de recursos. Si bien existen costos fijos relacionados con la infraestructura y los equipos, los costos variables están más relacionados con la gestión de los procesos de descarga. Cada minuto de ineficiencia representa un aumento en los costos operativos, que a su vez incrementa el costo total por tonelada descargada.

En un estudio realizado por Smart River (2023) en el Puerto de Rotterdam, se observó que la mejora en los tiempos de descarga mediante la implementación de prácticas LEAN logró reducir los costos operativos en un 18%, lo que permitió al puerto manejar un mayor volumen de carga sin necesidad de aumentar su infraestructura. Esta reducción de costos no solo mejoró la rentabilidad del puerto, sino que también permitió

ofrecer tarifas más competitivas a los clientes, atrayendo una mayor cantidad de tráfico marítimo.

2.4.2 Capacidad de Respuesta y Flexibilidad

Un puerto eficiente tiene la capacidad de adaptarse rápidamente a las fluctuaciones de la demanda del mercado global. La mejora de la eficiencia operativa permite reducir los tiempos de espera y aumentar la capacidad de carga por unidad de tiempo. Este tipo de agilidad es un factor clave para la competitividad, ya que las empresas que dependen de puertos para la importación y exportación de mercancías buscan minimizar los costos y el tiempo de tránsito.

Un caso evidente mencionado por Agenda Marítima (2023) es el Puerto de Hamburgo, que al implementar prácticas LEAN en la operación de sus terminales graneleros, aumentó la capacidad de descarga en un 25% sin aumentar la infraestructura. Este incremento en la capacidad operativa fue posible gracias a la optimización de los flujos de trabajo y la eliminación de desperdicios a través de herramientas LEAN como el *Value Stream Mapping* (VSM) y las 5S, lo que permitió mejorar la eficiencia sin requerir grandes inversiones en infraestructura adicional.

2.4.3 Mejora en la Satisfacción del Cliente

La satisfacción del cliente es un indicador crítico de la competitividad portuaria. Los clientes, que en su mayoría son las empresas de transporte y comercialización de productos, valoran la rapidez y la confiabilidad de los procesos de descarga, ya que esto

afecta directamente sus costos y tiempos de entrega. Un tiempo de descarga más corto no solo reduce los costos asociados con el proceso de carga y descarga, sino que también mejora la relación con los clientes y refuerza la reputación del puerto.

En el caso del Puerto de Los Ángeles, la implementación de LEAN en sus terminales graneleros permitió reducir los tiempos de espera y mejorar la coordinación entre los diferentes actores del proceso, lo que aumentó la satisfacción del cliente en un 22%. Según Simpliroute (2023), esto se traduce directamente en un mayor volumen de negocio y la atracción de más clientes internacionales que priorizan la eficiencia en la cadena de suministro.

2.4.4 Posicionamiento en el Mercado Internacional

La mejora en la eficiencia de los procesos de descarga no solo tiene beneficios operativos inmediatos, sino que también fortalece el posicionamiento de un puerto en el mercado internacional. Los puertos que logran ser más eficientes en sus operaciones, con tiempos de espera reducidos y costes operativos más bajos, se posicionan como más atractivos para los armadores y exportadores que buscan optimizar sus cadenas de suministro.

La demostración dada por Sumo Analytics, (2023) es el Puerto de Singapur, uno de los más competitivos a nivel mundial, este ha logrado mantenerse a la vanguardia gracias a su enfoque en la optimización continua de sus procesos logísticos. Mediante el uso de tecnologías avanzadas y metodologías LEAN, el puerto ha mantenido una

eficiencia operativa que ha reducido los costos de manejo de carga en un 15% durante los últimos 10 años. Esta mejora constante en los procesos de descarga le ha permitido aumentar su cuota de mercado en el comercio internacional y convertirse en uno de los puertos más grandes y rentables del mundo.

2.4.5 Desarrollo Económico Local

La eficiencia operativa en los puertos tiene un impacto positivo no solo en la rentabilidad de estos, sino también en la economía local. Puertos más eficientes pueden manejar un mayor volumen de comercio, lo que impulsa la demanda de otros servicios logísticos, como el transporte terrestre, los servicios de almacenamiento y la distribución. Esto puede generar un efecto multiplicador positivo en la economía regional, creando empleos y promoviendo el crecimiento de sectores económicos relacionados.

En Guayaquil, la mejora de la eficiencia en el terminal granelero podría no solo aumentar la competitividad del puerto, sino también fortalecer la economía local. Según el Programa Nacional de Desarrollo de Ecuador (2021-2025), una mayor competitividad portuaria aumenta las exportaciones y reduce los costos logísticos, lo que beneficia directamente a las empresas locales y a los consumidores.

2.4.6 Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa

Finalmente, la mejora de la eficiencia operativa también tiene un impacto positivo en los esfuerzos de sostenibilidad y responsabilidad social de los puertos. Los procesos más eficientes tienden a generar menos desperdicios y emisiones y mejoran la gestión de

recursos naturales. La implementación de prácticas LEAN puede contribuir a la reducción de la huella de carbono de las operaciones portuarias, lo que mejora la imagen del puerto frente a las autoridades ambientales y los clientes conscientes del impacto ecológico.

Puerto Cartagena (2023) concluye que los puertos que adoptan prácticas LEAN no solo mejoran su eficiencia económica, sino que también contribuyen a un desarrollo más sostenible. Este enfoque es cada vez más valorado en el ámbito internacional, ya que los clientes prefieren puertos que se alinean con los estándares internacionales de sostenibilidad y eficiencia operativa.

2.5 El Marco Jurídico Relacionado con la Eficiencia Operativa en Puertos

El marco jurídico en Ecuador también influye directamente en la optimización de los procesos en los terminales graneleros. La Ley de Puertos y la Constitución de la República del Ecuador subraya la importancia de la eficiencia en los puertos como un medio para mejorar la competitividad del país en el comercio internacional. El Programa Nacional de Desarrollo establece políticas públicas orientadas a mejorar la infraestructura logística y la competitividad de los puertos ecuatorianos. Implementar metodologías LEAN en los terminales graneleros no solo está alineado con estos objetivos nacionales, sino que también puede ser un factor decisivo para fortalecer la posición de Ecuador en el comercio internacional (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021).

2.6 Marco Conceptual

Se presenta los diferentes conceptos claves con respecto a la propuesta de mejorar los procesos de descarga en terminales graneleros mediante metodologías LEAN:

- **Optimización de Procesos de Descarga:** Mejora de la eficiencia de las operaciones de descarga en los terminales graneleros, reduciendo tiempos de espera y costos operativos.
- **Lean Manufacturing:** Filosofía de gestión enfocada en eliminar desperdicios y mejorar continuamente los procesos para maximizar el valor al cliente.
- **Desperdicio (Waste):** En LEAN, cualquier actividad que no agrega valor al cliente, como tiempos de espera o movimientos innecesarios de recursos y materiales.
- **Estandarización de Procesos:** La estandarización de procesos implica crear procedimientos uniformes para realizar tareas operativas, garantizando que todos los miembros del equipo sigan las mismas prácticas establecidas.
- **Value Stream Mapping (VSM):** Herramienta LEAN utilizada para mapear el flujo de valor en los procesos, desde el inicio hasta el final, con el objetivo de identificar ineficiencias y eliminar desperdicios.
- **Kaizen (Mejora Continua):** Principio LEAN que promueve pequeñas mejoras constantes en los procesos, involucrando a todos los empleados en la optimización.

- **5S:** Sistema de organización y orden en el lugar de trabajo que mejora la eficiencia operativa y reduce los tiempos de espera al mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- **Kanban:** Sistema de control visual utilizado para gestionar el flujo de materiales, asegurando que los recursos estén disponibles justo a tiempo sin sobrecargar los sistemas.
- **Mantenimiento Preventivo y Predictivo:** Estrategias para mantener los equipos operativos y reducir las interrupciones no planificadas, garantizando la disponibilidad continua de grúas y otros equipos esenciales en los terminales graneleros.
- **Eficiencia Operativa:** El uso óptimo de los recursos disponibles (equipos, camiones, personal) para maximizar el rendimiento en los procesos de descarga.
- **Coordinación de Actores:** La sincronización de las actividades entre los diferentes actores del proceso de descarga, como operadores de grúas, conductores de camiones y personal de las tolvas, para evitar tiempos muertos y cuellos de botella.
- **Costos Operativos:** Los gastos generados en el proceso de descarga, incluidos los costos de mantenimiento, personal, equipos y tiempos de espera.

- **Flujo de Materiales:** El movimiento de carga y recursos a lo largo de los procesos de descarga, desde su recepción en el puerto hasta su almacenamiento en los depósitos.
- **Tiempos de Ciclo:** El tiempo total necesario para completar una operación de descarga desde el inicio hasta el final, incluyendo todas las etapas del proceso.
- **Sincronización de Procesos:** Coordinación adecuada entre los diferentes equipos y actividades para garantizar que los recursos estén disponibles cuando se necesiten, evitando retrasos en el proceso.
- **Valor Añadido:** Las actividades que mejoran el producto o servicio desde la perspectiva del cliente. En este caso, se refiere a las mejoras en la velocidad de descarga y en la utilización de recursos que beneficien a los clientes del puerto.
- **Desperdicio de Movimiento:** Movimiento innecesario de personas o equipos que no aporta al resultado final del proceso, como desplazamientos largos para buscar materiales o equipos.
- **Cuello de Botella:** Un punto de congestión en el proceso de descarga que limita la capacidad de trabajo del sistema en su conjunto, como un equipo que no puede mantenerse a la par con la demanda.
- **Sistema de Monitoreo:** Herramientas tecnológicas que permiten gestionar el flujo del proceso y la información en tiempo real, mejorando la toma de decisiones y la coordinación entre los actores.

- **Reducción de Costos:** Proceso de minimizar los gastos operativos mediante la mejora de la eficiencia y la eliminación de desperdicios en el proceso de descarga.
- **Cultura LEAN:** El conjunto de valores y comportamientos que promueven la mejora continua, la participación de todos los empleados en el proceso y la búsqueda constante de soluciones eficientes.
- **Satisfacción del Cliente:** El grado de satisfacción que los clientes tienen con respecto a los tiempos de descarga, la calidad del servicio y la eficiencia del puerto.
- **Tiempos de Espera:** Los periodos en los que los equipos, como los camiones de volteo, deben esperar para ser atendidos debido a la falta de coordinación o a los cuellos de botella en el proceso.
- **Manejo de Carga a Granel:** El proceso de manipular y transferir productos a granel de manera eficiente, reduciendo los costos y maximizando la velocidad de descarga en el terminal.
- **Rata de descarga:** Es el ritmo o velocidad con el que se descarga la carga de un buque, la cual es medida en Toneladas Métricas por hora, mostrando si el proceso fue llevado a cabo de forma eficiente.
- **Grúas Portuarias:** Equipos utilizados para cargar y descargar productos a granel desde y hacia los buques. Su funcionamiento se basa en una estructura de brazo largo que se extiende para elevar y mover la carga. Son esenciales en los

terminales graneleros para asegurar la transferencia eficiente de productos pesados.

- **Cucharas:** Herramientas grandes y pesadas acopladas a las grúas, utilizadas para recoger y transportar carga a granel. En el terminal granelero, las cucharas son responsables de cargar y descargar grandes volúmenes de material, pero requieren un mantenimiento constante debido a su exposición a un uso intensivo.
- **Tolvas:** Equipos utilizados para almacenar y controlar el flujo de materiales a granel, generalmente utilizados para vaciar el contenido de los barcos en el muelle y transferirlo a los camiones de volteo. Las tolvas permiten gestionar el almacenamiento temporal de la carga y facilitar su distribución a los almacenes.
- **Camiones de Volteo:** Vehículos de carga utilizados para transportar productos a granel desde el muelle hasta los almacenes. En el proceso de descarga, los camiones se cargan con materiales de las tolvas y luego se dirigen al terminal o almacén donde descargan la carga para su almacenamiento o transporte posterior.
- **Remolcadores:** Barcos o vehículos que se utilizan para mover los buques en el agua, ya sea para su atraque o para posicionarlos en el muelle. En el proceso de descarga, los remolcadores son fundamentales para garantizar que los buques estén correctamente posicionados en el muelle y permitir una descarga eficiente.
- **Montacargas (Forklifts):** Equipos de manipulación de materiales utilizados para mover cajas, palets u otros productos a granel dentro del área de almacenamiento.

En los terminales graneleros, los montacargas son esenciales para la carga y descarga de productos que no se manejan con grúas o camiones.

- **Básculas de Pesaje:** Equipos de medición utilizados para pesar la carga de los camiones antes y después de su descarga. Las básculas permiten calcular el peso exacto de los productos transportados y verificar que la carga cumple con los estándares requeridos para su transporte.
- **Barredora:** Equipo utilizado para limpiar de manera eficiente los materiales sobrantes o caídos durante el proceso de descarga, especialmente en los muelles o zonas de almacenamiento.
- **Arrume:** Proceso de apilamiento donde se organiza y distribuye la carga de manera ordenada para maximizar el uso del espacio y facilitar su posterior manipulación o distribución.
- **Spreader:** Dispositivo de elevación utilizado en los terminales graneleros y en otras operaciones portuarias para manipular y distribuir la carga a granel.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la Investigación

El estudio adoptará un enfoque mixto, que en este caso es cuantitativo y cualitativo para obtener una comprensión global del impacto de la implementación de metodologías Lean y cómo pueden mejorar la eficacia en los procesos particulares de descarga de la terminal granelera de Guayaquil.

El método cuantitativo se utilizará para cuantificar y evaluar objetivamente cómo los enfoques LEAN relacionados con los indicadores clave de rendimiento (KPI) de acuerdo con el proceso de descarga. Del mismo modo los tiempos de descarga, el uso de recursos, los costes operativos y la eficiencia productiva de los procesos en cuestión serán trabajados mediante datos numéricos, en el cual se podrán identificar mediante el análisis de LEAN y cómo estas repercuten directamente a la reducción de residuos y a la productividad. Así mismo, se explorarán dinámicas humanas como la coordinación entre equipos y la gestión de cambios para incorporar la implementación Lean en la cultura organizacional de la terminal.

Para conocer más acerca de las opiniones y experiencias de los principales actores en el proceso de alta, se utilizará el enfoque cualitativo, ya que su objetivo es comprender sus percepciones sobre los desafíos, las actitudes hacia el uso de Lean y los obstáculos organizacionales que pueden afectar la adopción de estos métodos. También se

explorarán las modalidades humanas, como la coordinación entre equipos o la gestión del cambio, y así poner el proceso de implementación de LEAN y su adecuación a la cultura organizativa del terminal en contextos.

La combinación de estos dos enfoques brinda la posibilidad de formular conclusiones concretas, acerca de los efectos que produce la aplicación de LEAN en el terminal granelero de Guayaquil, tanto desde la óptica del proceso operativo, como desde la humana. Esta estrategia mixta, no solo hará posible obtener resultados medibles y reproducibles, sino que favorecerá también una interpretación más elaborada de los resultados, considerando tanto los aspectos técnicos vinculados a la eficiencia operativa, como también los aspectos organizativos y humanos que operan sobre la ejecución de las mejoras.

3.2 Alcance de la Investigación

Para obtener mayor detalle sobre los procedimientos de descarga en la terminal de graneles ubicada en Guayaquil, es importante describir las características que tienen mayor impacto en la eficiencia operativa y dilucidando las razones detrás de las ineficiencias observadas en los mismos, de tal manera que se puede establecer que, la naturaleza de esta investigación tendrá un alcance descriptivo y explicativo.

Para el método descriptivo, implica realizar una investigación en la que se va a describir los procedimientos actuales de descarga en una terminal de graneles, esto permite conocer de forma completa las circunstancias en las que se manejan los

operadores y cómo se comportan, a su vez permitirá identificar los desafíos que llevan a cabo al realizar ese tipo de inspección o procesos, en el que se hará un esfuerzo por mostrar los atributos y conocer del proceso tal como se caracteriza actualmente mediante la recopilación de datos tanto cuantitativos como cualitativos, que mediante la observación directa del proceso de descarga se podrá evaluar los resultados en términos de desempeño dentro del contexto de los procedimientos logísticos de la terminal, como una descripción detallada sugerirá áreas potenciales de mejora

De manera similar, debido a que el estudio se realizó sobre fenómenos que no habían sido examinados previamente y cuyas propiedades eran de interés, se empleó el método explicativo que a través de la indagación le permite conocer las incidencias sobre el tema de estudio, puesto que, en términos generales, entender un problema no desarrollado es la etapa inicial del proceso investigativo. Por ende, la investigación se encargará de dar a conocer los inconvenientes y establecer posibles soluciones con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa del terminal portuario

3.3 Delimitación de la Investigación

El trabajo de investigación será llevado del terminal granelero del Puerto Marítimo en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Es uno de los puertos más conocidos en el país y uno de los más importantes en la región en cuanto a cantidad de carga. Precisamente, el puerto terminal controla grandes cantidades de productos, principalmente granos, minerales y otros materiales que son necesarios para diferentes industrias locales e internacionales. En particular, la investigación trata acerca de los

procesos de descarga, en concreto, el conjunto de procesos en el que se resuelven las operaciones de descarga de carga a granel y de cuánto depende el rendimiento, como utilización de equipos, coordinación entre actores y metodologías implementadas.

El periodo de estudio se lo realizó en tres meses, específicamente, en el lapso comprendido entre los meses de julio-septiembre de 2024 en que se logró observar de forma exhaustiva los procesos operativos en el terminal a lo largo de un ciclo integral de actividades, en este caso la recolección de datos previo y posteriores al inicio y a mitad de las prácticas LEAN, de tal manera que se puede llevar a cabo la aplicación del procedimiento con el cual se generó una entrevista o cualquier otra encuesta, preguntada a los grupos de estudio objetivo, de forma de chequear el proceso de descarga mediante observación directa y, por último, la oportunidad de evaluar dichos resultados en cuanto su desenvolvimiento.

Con lo mencionado, este estudio se plantea el objetivo de buscar una mejor comprensión de los tipos de operaciones que se producen en el puerto principal de Guayaquil y analizar las diferentes formas en que los procesos LEAN pueden contribuir a mejorar las eficiencias operativas actuales que se producen en las operaciones portuarias dentro de un determinado tiempo.

3.4 Población y Muestra de la Investigación

3.4.1 Población de la Investigación

La población para este estudio estará conformada por todos los trabajadores que están directamente involucrados con los procedimientos de descarga de la terminal granelera, la cual incluye:

- Operadores de grúas: Empleados encargados de manejar las cucharas y grúas utilizados para descargar mercancías de gran tamaño.
- Operadores de los Capacity/ Bañeras: Son aquellos que manejan las maquinarias de carga y descarga, y brindan la garantía de protección y movilización dentro de la concesionaria portuaria granelera
- Personal de las tolvas: Personas encargadas del llenado y descarga de los vehículos con los productos.
- Conductores de maquinaria pesada: Trabajadores encargados de trasladar la mercancía desde las tolvas hasta las instalaciones de almacenamiento.
- Personal de mantenimiento: Es el responsable de dar garantía de las operaciones de los equipos, realizar las inspecciones, reparaciones y mantenimiento en tiempos óptimos
- Supervisores de turno: Se encargan de la coordinación de los proceso y actividades de operación en los turnos de los trabajadores

Tabla 1. Población

Grupo de Personal	Cantidad de Empleados
Operadores de Grúas	8
Operadores de los Capacity/ Bañeras	20
Personal de Tolvas	8
Conductores de maquinaria pesada	12
Personal de mantenimiento	7
Supervisores de turno	5
Total Población	60

Para calcular la muestra necesaria, se utilizará la fórmula de muestreo aleatorio simple, apropiada para poblaciones finitas, que es la siguiente:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza 95% (1,96)

Z² = Nivel de confianza elevado al cuadrado (3,84)

P = Probabilidad de ocurrencia 0,5

Q = Probabilidad de no ocurrencia 1-0,5 = 0,5

N = Población = 60

e² = Error de muestreo 5% (0,05)

$$n = \frac{z^2 \times P \times Q \times N}{e^2(N - 1) + z^2 \times P \times Q}$$

$$n = \frac{3,84 * 60 * 0.25}{0.0025 (60 - 1) + 3,84 * 0.25}$$

$$n = \frac{57.6}{1.107}$$

$$n = 52$$

Se redondea al número entero más cercano, la muestra requerida sería de **52** empleados.

3.5 Métodos Empleados

En este estudio, los datos se recopilarán y explicarán utilizando enfoques tanto empíricos como estadísticos, que se detallan a continuación:

3.5.1 Métodos Empíricos

Los enfoques empíricos son útiles para analizar los procedimientos operativos de la terminal granelera, ya que permiten recopilar datos de primera mano sobre sucesos observables. Estos instrumentos permiten identificar áreas de conflicto y solución en las operaciones de descarga ya que se basan en las experiencias de primera mano de los trabajadores. La observación directa y un cuestionario se centran más en el cuestionario y el análisis del proceso operativo y la entrevista en conocer ciertos detalles específicos sobre las incidencias de la problemática los cuales se detallarán a continuación:

3.5.2 Observación Directa

Mediante este método de observación se conocerán los procedimientos operativos que ocurren, los períodos de espera, el uso de equipos y los tiempos de inactividad durante las operaciones de carga y descarga, cuando lo sugieran los empleados. Las condiciones en las que los trabajadores pudieron responder al cuestionario quedarán respaldadas por esta observación.

Para garantizar que los datos sean representativos de la realidad, se harán todos los esfuerzos posibles para realizar la observación de la forma menos invasiva posible. Para garantizar que se observen aquellos componentes pertinentes del proceso, se deben utilizar listas de verificación. La observación directa facilitará la obtención de información más precisa sobre cómo se realiza la operación de descarga y también ayudará a validar datos relevantes. A su vez, ayudaría a recopilar datos sobre obstáculos operativos que no han sido abordados por el personal, así como otras áreas que requieren mejora y transformación.

3.5.3 Guía de entrevista

Es el instrumento de investigación que permite crear la técnica de la entrevista. Se lleva a cabo para recopilar datos sobre un tema determinado, las consultas son abiertas y se realizan entre dos personas. Esto permite al entrevistado dar la respuesta requerida. Se

realizan entrevistas a la gerencia de la concesionaria de Guayaquil para la investigación con el fin de elegir las preguntas clave.

Dentro del método empírico de esta investigación está la utilización de entrevistas, que son una serie de preguntas que se realizan con mayor detalle para conocer a profundidad sobre un tema. Este tipo de recopilación de datos permitirá examinar los puntos de vista y las experiencias de los especialistas que en este caso está vinculada con la optimización del trabajo realizado en una concesionaria de Guayaquil.

3.5.4 Métodos Estadísticos

Esta información se obtiene de datos mediante técnicas útiles, la información se verá y gestionará utilizando formatos numéricos para que se puedan sacar conclusiones basadas en resultados cuantificables y pruebas inequívocas. Estos métodos permitirán examinar los conceptos sobre las deficiencias de los procedimientos de descarga y ver el impacto de realizar los ajustes necesarios.

Es un instrumento clave para la recopilación de datos, el mismo que permite evaluar cómo perciben los empleados los problemas operativos que se están reportando actualmente en el proceso de descarga. No se basa en el conocimiento de metodologías LEAN, sino que el cuestionario intentará captar ineficiencias como esperas, averías de equipos, mala coordinación y paros.

De hecho, la información obtenida del cuestionario permitirá realizar la técnica de la encuesta centrándonos en los patrones comunes en las respuestas y tener una visión clara de los problemas operativos que están afectando la eficiencia del proceso de descarga. Estos temas se utilizarán para hacer recomendaciones de mejora, que surgirán precisamente de las experiencias y observaciones de los colaboradores. Este cuestionario estará compuesto tanto por preguntas cerradas que evaluarán aspectos como la coordinación del equipo, tiempos de espera y fallas de los equipos, como por preguntas abiertas que permitirán a los colaboradores expresarse a partir de sus experiencias y sugerencias.

3.5.5 Recolección de datos

Cuestionario sobre los Procesos de Descarga en el Terminal Granelero de Guayaquil

Parte 1: Datos Demográficos

1. Edad:

- Menos de 25 años
- 25 - 34 años
- 35 - 44 años
- 45 - 54 años
- más de 55 años

2. Cargo:

- Operadores de Grúas
- Operadores de los Capacity/ Bañeras
- Personal de Tolvas
- Conductores de maquinaria pesada
- Personal de mantenimiento
- Supervisores de turno

3. Tiempo de experiencia en el terminal:

- Menos de 6 meses
- 6 meses - 1 año
- 1 - 3 años
- Más de 3 años

4. Tiempo trabajando en el proceso de descarga:

- Menos de 6 meses
- 6 meses - 1 año
- 1 - 3 años
- Más de 3 años

Parte 2: Preguntas Cerradas (Escala de Likert y Sí/No)

5. ¿En su experiencia, los tiempos de descarga son adecuados para cumplir con las expectativas de los clientes

- Sí
- No

6. ¿Ha notado que los camiones de volteo a menudo tienen que esperar para ser cargados o descargados?

- Sí
- No

7. ¿En qué medida considera que el proceso de carga y descarga está bien coordinado entre los operadores de grúas, los conductores de camiones y el personal de tolvas?

- Muy mal coordinado
- Mal coordinado
- Moderadamente coordinado
- Bien coordinado
- Muy bien coordinado

8. ¿Con qué frecuencia se presentan tiempos muertos o inactividad durante el proceso de descarga (por ejemplo, grúas esperando a los camiones o camiones esperando a ser cargados)?

- Nunca
- Rara vez
- Ocasionalmente
- Frecuentemente
- Siempre

9. ¿En su experiencia, hay fallas en los equipos que retrasan el proceso de descarga (grúas, cucharas, camiones, etc.)?

- Sí
- No

10. ¿Ha observado que la falta de mantenimiento de los equipos afecta la eficiencia en el proceso de descarga?

- Sí
- No

11. ¿Los trabajadores tienen que esperar por recursos (como grúas o camiones) antes de continuar con sus tareas?

- Sí
- No

12. ¿Hay suficiente comunicación entre el personal operativo para garantizar una descarga fluida?

- Sí
- No

13. En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la eficiencia general del proceso de descarga en el terminal granelero?

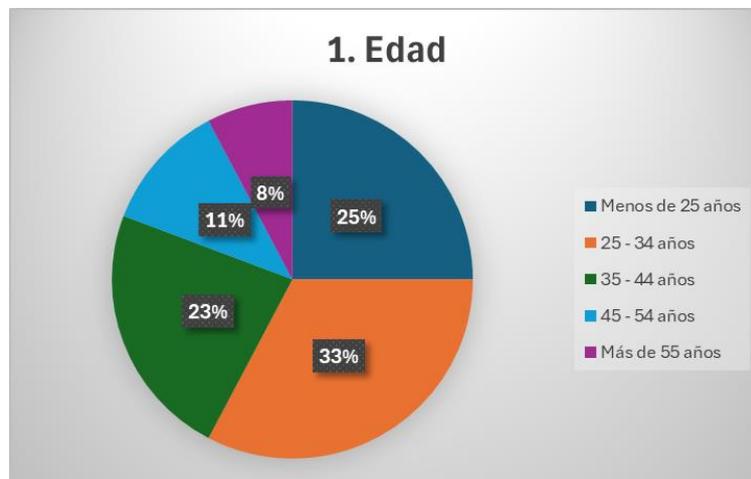
- Muy ineficiente
- Ineficiente
- Moderadamente eficiente
- Eficiente
- Muy eficiente

3.6 Procesamiento y Análisis de la Información

Se detalla la información obtenida por los instrumentos de investigación planteados en la metodología, junto al procesamiento y análisis de los datos que se obtuvieron. (Revisar los anexos 19 y 20)

3.6.1 Resultados de las encuestas

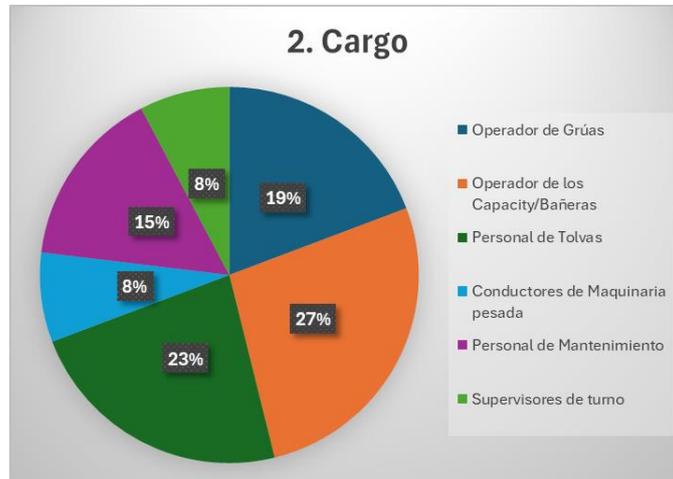
Figura 1 Edad



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: De acuerdo con las encuestas realizadas se determina que el 33% se encuentra con un rango de edad entre 25-34 años, con el 23% con 35-44 años con el 25% menores de 25 años, con el 11% entre 45-54 años y con el 8% más de 55 años.

Figura 2. Cargo que ocupan



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Según los datos obtenidos está que el 27% son operadores de los Capacity/Bañeras, el 8% conductores de maquinaria pesada, el 42% operador de grúas y personal de tolvas, él con el 15% personal de mantenimiento, con el 8% supervisores de turno.

Figura 3. Tiempo de experiencia laboral



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Conforme a los resultados está que el 38% más de 3 años, el 31% de 1-3 años, el 23% de 6 a 1 año, el 8% menos de 6 meses indicaron que son los años que han trabajado en la concesionaria.

Figura 4. Tiempo trabajando en el proceso de descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Según la consulta sobre el tiempo de en qué se encuentra trabajando en el proceso de descarga mencionaron que, el 38% de 1-3 años, de 29% más de 3 años, con el 23% de 6 meses a 1 año, con el 10% menos de 6 meses.

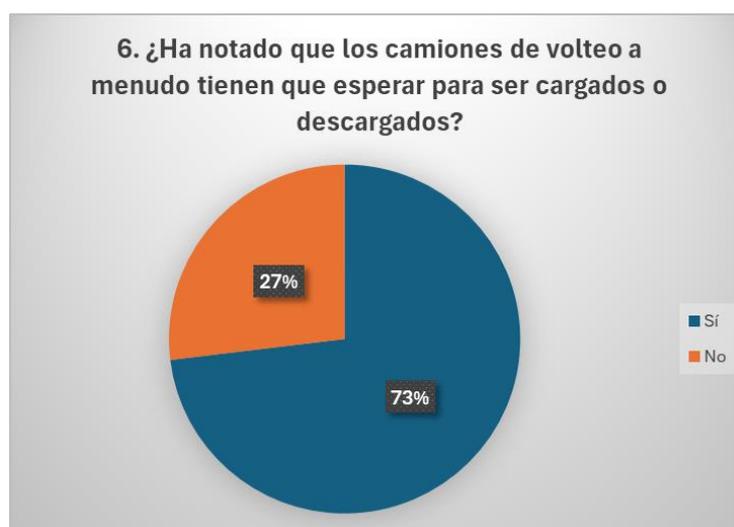
Figura 5. Tiempos de descarga adecuados para cumplir con requerimientos



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: De acuerdo con los datos establecidos de las encuestas se encuentra que el 62% si y el 38% no consideran que los tiempos de descarga no son adecuados para cumplir con las expectativas de los clientes.

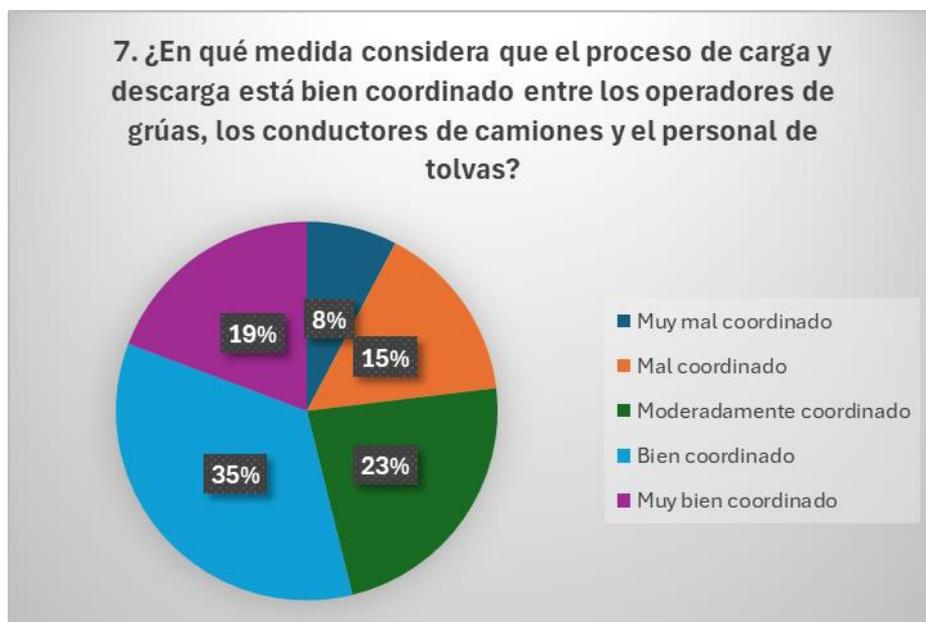
Figura 6. Observación sobre los camiones de volteo en espera para ser cargados



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Como se establece en las encuestas según la consulta realizada esta que el 73% indicaron que sí y el 27% no, que corresponde a la pregunta sobre si los camiones de volteo de menudeo tienen que esperar para ser cargados o descargados.

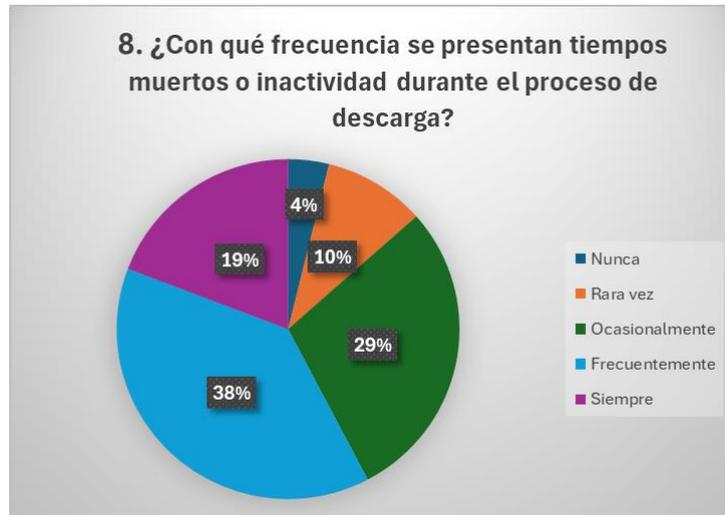
Figura 7. Coordinación de proceso de carga y descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Referente a la medida en que se considera que el proceso de carga y descarga está bien coordinado entre los operadores de grúas, conductores de camiones y el personal de tolva se estableció que el 23% modernamente coordinado, el 35% bien coordinado, el 19% muy bien coordinado, el 15% mal coordinado y el 8% muy mal coordinado.

Figura 8. Frecuencia de tiempos muertos durante el proceso de descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Según la pregunta realizada a los encuestados sobre la frecuencia con la que se presentan los tiempos muertos de inactividad durante el proceso de descarga se obtuvo que el 38% frecuentemente, el 29% ocasionalmente, el 19% siempre, el 10% rara vez y el 4% nunca.

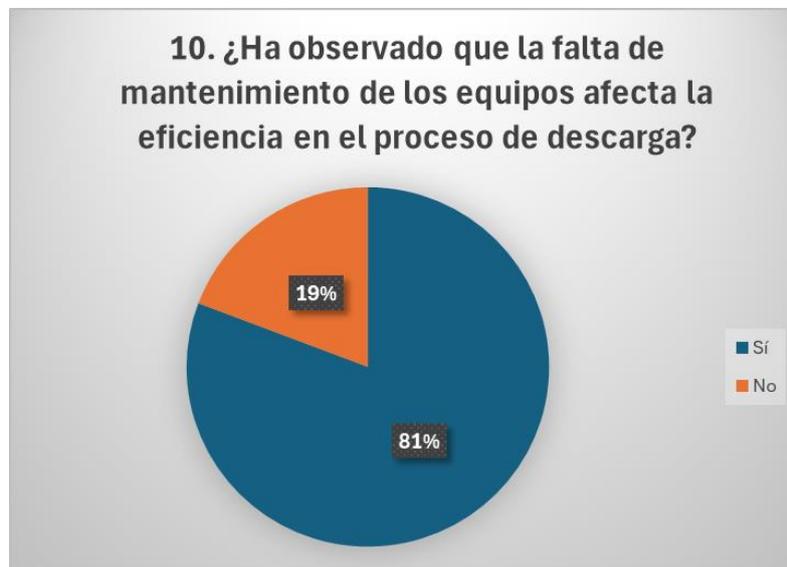
Figura 9. Fallas en equipos que retrasan la descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En las respuestas realizadas en la encuesta sobre la pregunta si considera que en su experiencia pueden indicar que hay fallas en los equipos que retrasan el proceso de descarga está que el 73% indican que sí y el 27% no.

Figura 10. Mantenimiento de equipos que retrasan los procesos de descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: De acuerdo con las respuestas obtenidas sobre si el mantenimiento de equipos tiene fallas que afectan la eficiencia en el proceso de descarga se determinó que el 81% si y el 19% no.

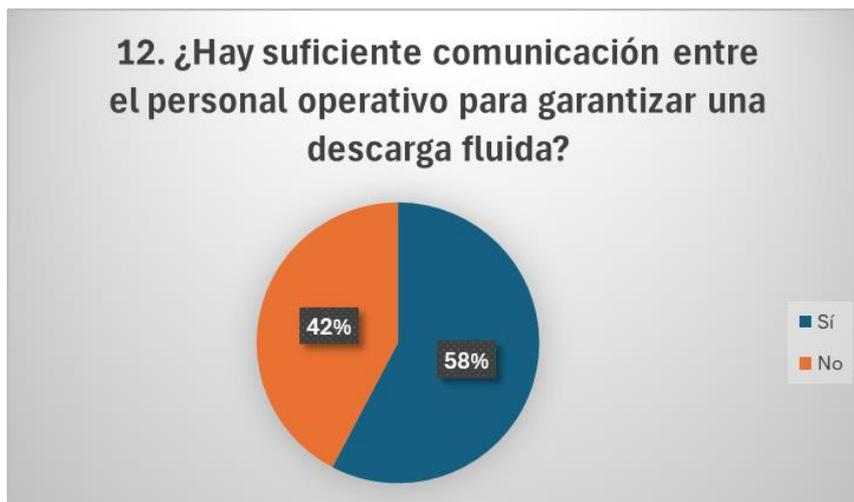
Figura 11. Recursos para iniciar funciones laborales



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Conforme a las encuestas se obtuvo que respecto a la interrogante sobre si los trabajadores deben esperar por recursos antes de continuar con sus tareas está que el 69% sí y el 31% no.

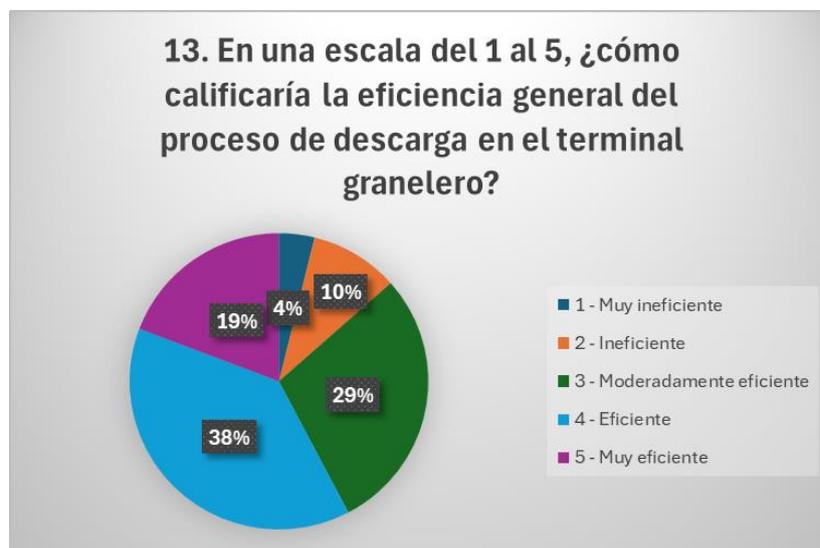
Figura 12. Comunicación interna organizacional



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: según la pregunta realizada sobre si existe suficiente comunicación entre el personal operativo para garantizar una descarga fluida se establece que el 58% si y el 42% no.

Figura 13. Calificación de eficiencia de los procesos de descarga



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: De acuerdo con la pregunta sobre calificar la eficiencia general del proceso de descarga en el terminal granelero se estableció que el 38% eficiente, el 29% moderadamente eficiente, el 19% muy eficiente, el 10% ineficiente, el 4% muy ineficiente.

Parte 3: Preguntas Abiertas entrevista

- 1. ¿Cuáles considera que son los principales problemas o cuellos de botella en el proceso de descarga?**

Respuesta abierta

- 2. ¿Qué cambios o mejoras sugeriría para reducir los tiempos de espera o inactividad en el proceso de descarga?**

Respuesta abierta

- 3. ¿Ha identificado alguna causa recurrente de retrasos o problemas en el proceso de descarga?**

Respuesta abierta

- 4. ¿Qué tipo de formación o capacitación considera necesaria para mejorar la eficiencia de los procesos de descarga?**

Respuesta abierta

- 5. ¿Qué otras sugerencias tiene para mejorar la coordinación y la eficiencia entre los diferentes equipos de trabajo (grúas, camiones, tolvas)?**

Respuesta abierta

Tabla 2. Respuesta de entrevistas a gerente de concesionaria granelera

Pregunta	Respuestas resumidas
1.¿Cuáles considera que son los principales problemas o cuellos de botella en el proceso de descarga?	Los principales problemas con los tiempos de espera de los camiones están con la falta de coordinación de los operadores, grúas y conductores. También se presentan fallas en los equipos retrasando el proceso de carga y descarga
2.¿Qué cambios o mejoras sugeriría para reducir los tiempos de espera o inactividad en el proceso de descarga?	Mencionan que sería útil mejorar la comunicación entre equipos, con un sistema más eficiente para coordinar el flujo de trabajo. Además, un mantenimiento preventivo más riguroso de los equipos podría reducir los tiempos de inactividad
3.¿Ha identificado alguna causa recurrente de retrasos o problemas en el proceso de descarga?	La falta de planificación y la ineficiencia en el uso de equipos son causas recurrentes. A veces las grúas están esperando que los camiones estén listos, lo que genera tiempos muertos. También hay una falta de sincronización en las tareas de los operadores
4.¿Qué tipo de formación o capacitación considera necesaria para mejorar la eficiencia de los procesos de descarga?	Los operadores de grúas y conductores de camiones necesitan capacitación constante en el uso eficiente de los equipos y en cómo coordinar mejor con los demás grupos. Además, deberían

	conocer las técnicas de gestión de tiempo como anticipar posibles retrasos
5. ¿Qué otras sugerencias tiene para mejorar la coordinación y la eficiencia entre los diferentes equipos de trabajo (grúas, camiones, tolvas)?	Se podrían implementar reuniones de coordinación diarias para que todos estén al tanto de las tareas programadas. Así mismo utilizar tecnologías como sistemas de gestión de flotas seguimientos en tiempo real para mejorar la eficiencia de los tiempos muertos

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Diagrama de Ishikawa.

Con la información recolectada, se desarrolló la siguiente esquematización de causas y efectos para dar una mejor perspectiva a la problemática.

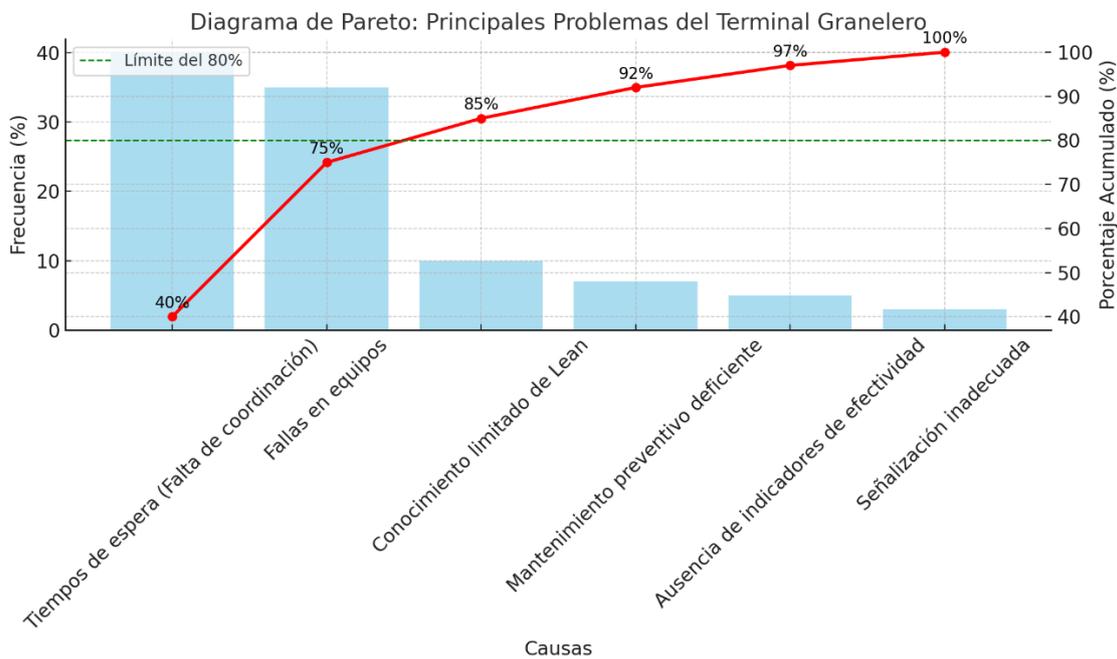
Figura 14. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se procedió a realizar gráfico de Pareto, en el que se pudo visualizar que los tiempos de espera de los camiones y las fallas en los equipos, son dos de los elementos más importantes que contribuyen a los tiempos de retraso existentes.

Figura 15. Gráfico de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 Resultados de la Observación Directa:

Para el desarrollo de la observación, primero se tuvo que determinar el flujo del proceso, y dentro del mismo, especificar que partes de este, son en las que existen inconvenientes y retrasos que, para la observación realizada fueron traducidos como: a) tiempos de espera, b) tiempos muertos, c) fallas en equipos, c) coordinación entre equipos. Este procedimiento fue realizado en 3 horarios distintos del día, entre 8-9 am, 12-1 pm y 4-5 pm, de esta manera se recopiló información variada, tomando en cuenta el

rendimiento de los operadores en las distintas horas del día. Bajo todas estas consideraciones, el proceso a observar fue el siguiente:

Tabla 3. Procedimiento proceso descarga al granel

Procedimiento	Tipo	Distancia (mts.)	Tiempo (min.)	Observación
Practicaje del Buque	Operación	100	60	
Nacionalización del producto	Control	0	10	
Apertura de compuertas	Operación	0	5	
Inspección visual	Control	40	10	
Colocación de tolvas	Operación	7	10	
Instalación de cucharas en las grúas	Operación	7	15	X
Introducción de maquinaria en buque para apilamiento	Operación	15	20	X
Transporte de producto hacia tolvas	Transporte	15	5	X
Apertura remota de compuertas de las tolvas	Operación	0	1	X
Llenado de producto a bañeras	Almacenamiento	0	5	
Movimiento camión (avanzar – retroceder)	Operación / esperas	3-5	5	X
Desplazamiento de camión hacia básculas	Transporte	50	5	X
Pesaje en básculas	Control	0	5	X

Conductor recibe ticket para almacenamiento	Transporte / control/ espera	5	3	X
Desplazamiento de camión a almacenes	Transporte	75-200	10	X
Descarga	Almacenamiento	10	10	
Arrume	Operación	15	10	
Retorno de camión al muelle	Almacenamiento	150-350	10	
Barrido del Buque	Operación	25	25	
Transporte de la carga acumulada por barredores	Transporte	150-300	10	
Descarga completa en el almacén	Almacenamiento	5	5	

Fuente: Elaboración propia (Ver [Anexo 14](#) y [Anexo 15](#))

Con este primer reconocimiento, se descartaron los pasos de almacenamiento y control, observando solo aquellos de transporte y operación, bajo las premisas de: a) coordinación de buque a tierra, b) traslados, y, c) almacenamiento; con lo que los pasos del proceso a ser observados quedaron determinados de la siguiente forma.

Tabla 4. Partes del proceso a ser observadas

Procedimiento	Tipo
Instalación de cucharas en las grúas	Operación
Introducción de maquinaria en buque para apilamiento	Operación
Transporte de producto hacia tolvas	Transporte
Apertura remota de compuertas de las tolvas	Operación
Movimiento camión (avanzar – retroceder)	Operación / esperas
Desplazamiento de camión hacia básculas	Transporte
Pesaje en básculas	Control
Conductor recibe ticket para almacenamiento	Transporte / control/ espera
Desplazamiento de camión a almacenes	Transporte
Descarga	Almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, bajo la consideración de este criterio investigativo, los puntos de observación fueron los siguientes:

- **Tiempos de Espera (min):** Mide el tiempo promedio que los camiones pasan esperando para ser cargados o descargados. En cada uno de los horarios, se midieron las demoras causadas por la falta de sincronización entre los equipos o el uso de equipos.
- **Tiempos Muertos (min):** Este indicador mide el tiempo de inactividad de los equipos durante la operación, como cuando las grúas están esperando camiones o los camiones esperan ser cargados.

- **Fallas en Equipos:** Este es el número total de fallas observadas en los equipos (grúas, cucharas, camiones) durante cada intervalo de tiempo. Se registran las fallas en el equipo que afectan el ritmo de las operaciones.
- **Coordinación entre Equipos:** Este indicador mide la efectividad de la coordinación entre los equipos de trabajo, como los operadores de grúas, los conductores de camiones y el personal de las tolvas. Se evalúa en una escala de 1 a 5 (1 es muy mala coordinación y 5 es muy buena).

1. Datos Observación Directa (8-10 am)

Tabla 5. Observación Directa (8-10 am)

Procedimiento	Tipo	(min.p)	Indicadores			
			t.e	t.m	f.e	c.e
Instalación de cucharas en las grúas	OP	15	1,0	1,4		5
Introducción de maquinaria en buque para apilamiento	OP	20	1,4	3	1	4
Transporte de producto hacia tolvas	TR	5	1,5	1		3
Apertura remota de compuertas de las tolvas	OP	1	1,0	1,5	1	5
Movimiento camión (avanzar – retroceder)	OP-ESP	5	1,5	1		3
Desplazamiento de camión hacia básculas	TR	5	2,0	0		3,5
Pesaje en básculas	CTR	5	1,5	0		4
Conductor recibe ticket para almacenamiento	TR-CTR-ESP	3	2,5	0		2,5
Desplazamiento de camión a almacenes	TR	10	1,0	0		3
Descarga	ALM	10	1,8	0		3
SUMATORIA (t.e; t.m; f.e)			15,2	7,9	2	3,6
PROMEDIO (c.e)						

Nota: Tipo: OP: Operación; TR: transporte; ESP: Espera; CTR: Control. - Indicadores: t.e: tiempo de espera; t.m: tiempo muerto; f.e: fallas en equipo, c.e: coordinación en equipos. Fuente: Elaboración propia.

2. Datos Observación Directa (12-1 pm)

Tabla 6. Observación Directa (12-1 pm)

Procedimiento	Tipo	(min.p)	Indicadores			
			t.e	t.m	f.e	c.e
Instalación de cucharas en las grúas	OP	15	1,5	2,0		5
Introducción de maquinaria en buque para apilamiento	OP	20	2,0	4,0	1	4
Transporte de producto hacia tolvas	TR	5	2,0	2,0	1	2
Apertura remota de compuertas de las tolvas	OP	1	1,2	1,8	1	4
Movimiento camión (avanzar – retroceder)	OP-ESP	5	1,0	0,0		2
Desplazamiento de camión hacia básculas	TR	5	1,6	0,0		3,5
Pesaje en básculas	CTR	5	2,0	0,0		3
Conductor recibe ticket para almacenamiento	TR-CTR-ESP	3	3,0	0,0		2,5
Desplazamiento de camión a almacenes	TR	10	2,0	0,0		2
Descarga	ALM	10	2,0	0,0		3
SUMATORIA (t.e; t.m; f.e)			18,3	9,8	3,0	3,1
PROMEDIO (c.e)						

Nota: Tipo: OP: Operación; TR: transporte; ESP: Espera; CTR: Control. - Indicadores: t.e: tiempo de espera; t.m: tiempo muerto; f.e: fallas en equipo, c.e: coordinación en equipos. Fuente: Elaboración propia.

3. Datos Observación Directa (4-5 pm)

Tabla 7. Observación Directa (4-6 pm)

Procedimiento	Tipo	(min.p)	Indicadores			
			t.e	t.m	f.e	c.e
Instalación de cucharas en las grúas	OP	15	0,5	1,2		5
Introducción de maquinaria en buque para apilamiento	OP	20	1,0	3,0		4
Transporte de producto hacia tolvas	TR	5	1,0	1,0		4
Apertura remota de compuertas de las tolvas	OP	1	0,6	1,0	1	4
Movimiento camión (avanzar – retroceder)	OP-ESP	5	2,0	0,0		4
Desplazamiento de camión hacia básculas	TR	5	1,0	0,0		3,5
Pesaje en básculas	CTR	5	1,0	0,0		4,9
Conductor recibe ticket para almacenamiento	TR-CTR-ESP	3	3,0	0,0		3,8
Desplazamiento de camión a almacenes	TR	10	1,0	0,0		4,8
Descarga	ALM	10	1,0	0,0		2
SUMATORIA (t.e; t.m; f.e)			12,1	6,2	1,0	4,0
PROMEDIO (c.e)						

Nota: Tipo: OP: Operación; TR: transporte; ESP: Espera; CTR: Control. - Indicadores: t.e: tiempo de espera; t.m: tiempo muerto; f.e: fallas en equipo, c.e: coordinación en equipos. Fuente: Elaboración propia.

4. Promedio de Observación Directa (Promedio Final)

Tabla 8. Observación Directa (Promedio Final)

Indicador	8-9 am	12-1 pm	4-5 pm	Promedio final
Tiempo de espera (min)	15,2	18,3	12,1	15,2
Tiempos muertos (min)	7,9	9,8	6,2	8,0
Número de fallas en equipos	2	3	1	2,0
Promedio de coordinación entre equipos	3,6	3,1	4	3,6

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4 Resumen de las Métricas Observadas:

Para el proceso de observación se tomaron diferentes tiempos: jornadas entre las 8 y 9 am, a las 12 hasta las 13 horas y de 16 a 17 horas, periodos que permitieron observar a mayor detalle el desempeño de los operadores en el transcurso del día, adicional a esto se menciona que:

- **Tiempos de espera (min):** Indica cuánto tiempo suelen esperar los camiones para ser cargados o descargados. En cada uno de los “horarios” se midieron las paradas provocadas por un uso inadecuado de los equipos o por falta de sincronización de los mismos que suelen ser en promedio de 15 minutos, dentro de los 3 espacios observados.
- **Tiempos muertos (min):** Este medidor registra la cantidad de tiempo que la maquinaria presenta problemas que corresponde en promedio a 8 min de inactividad, en el que se puede establecer que no hay un trabajo idóneo del mismo.
- **Errores de Maquinaria:** Es el número total de errores cometidos por camiones, grúas y cucharones durante un período de tiempo determinado. Se reconoce cuando los errores de las máquinas alteran el ritmo de los procesos que usualmente son dos fallas por intervalo.
- **Trabajo en equipo:** esta métrica evalúa qué tan bien colaboran los equipos, incluidos los conductores de camiones, los operadores de grúas y el grupo de tolvas. Se evalúa en una escala de 3.6 sobre 5, lo que sugiere que es negativo y debe ser mejorado

3.6.5 Análisis Estadístico Descriptivo:

A partir de la información recopilada de la tabla de observación es posible determinar los siguientes datos:

Tabla 9. Indicadores

Indicador	Promedio	Rango	Desv. Est	Coef. Var.
Tiempo de espera	15,2	(20-11)	2,94	19%
Tiempos muertos	8	(10-4)	1,81	23%
Número de fallas en equipos	2,0	(3-1)	1,00	50%
Coordinación entre equipos	3,6	(5-2)	0,97	27%

Nota: Desv. Est: desviación estándar. Coef. Var: coeficiente de variación. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Promedio Tiempo de Espera:

Referente al periodo de espera el valor promedio obtenido en las 3 observaciones fue de 15,2 min, lo que manifiesta que, aunque los tiempos de espera no son excesivamente grandes y no supera los retrasos de una hora es un valor a considerar.

Al respecto del análisis de las medidas de dispersión, para este indicador se obtuvo una desviación estándar de 0,64, el de más alto valor entre todos los indicadores analizados; y si bien es cierto, esto no implica una varianza excesiva entre los tiempos de espera; respecto al coeficiente de variación del 42%, se puede determinar que en esa proporción del proceso existen anomalías que generan los retrasos presentados.

Promedio Tiempos Muertos:

Al respecto de los valores obtenidos para el indicador “tiempos muertos” en las 3 observaciones realizadas, el promedio obtenido fue de 8 minutos, tiempo que si bien es cierto, es menor a los tiempos de espera, tiene una mayor implicación ya que representa los espacios temporales generados por desperfectos en maquinarias que generan tiempos obsoletos durante el proceso en general.

Así mismo, en la consideración de las medidas de dispersión, este indicador presentó una desviación estándar de 1,11 valor que muestra una dispersión de casos razonable, y que, en el cálculo del coeficiente de variación, que fue del 140% indica que dentro de esa razón porcentual ocurren las anomalías en los equipos, que inciden en las dificultades dentro del proceso, lo cual es un dato para considerar.

Número de Fallas en Equipos:

El número promedio de fallas del dispositivo es de 2 fallas por intervalo, lo que indica que el dispositivo tiene múltiples problemas que causan retrasos. Y que se relaciona con el indicador anterior de forma causal, ya que por los inconvenientes mecánicos presentados se generan los tiempos muertos presentados.

En cuanto al análisis de medidas de dispersión, una desviación estándar de 1,00 representa un valor, que contrastado con la media (promedio) da un coeficiente de variación del 50%, lo que se interpreta que dentro de esa razón porcentual se genera la incidencia en las anomalías de los equipos durante todo el proceso.

Promedio Coordinación entre Equipos:

La coordinación entre los equipos promedia 3.6 sobre 5, lo que indica que la coordinación es moderada. Con una desviación estándar de 0.97, respecto a su media. Sin embargo, en el cálculo del coeficiente de variación, se planteó que en el 27% de los casos, la coordinación de los equipos podría interferir dentro del proceso planteado, lo que llevaría a asumir la necesidad de mejora para este indicador.

3.7 Propuesta de Mejora Mediante las Metodologías LEAN

Después de haber diagnosticado y evaluado los procesos actuales de descarga en el terminal granelero de Guayaquil, se han identificado varias áreas críticas que afectan la eficiencia operativa. Estas áreas incluyen los tiempos de espera elevados, los tiempos muertos durante la operación, la alta frecuencia de fallas en los equipos, y una coordinación insuficiente entre los equipos. Con base en estos hallazgos, se propone la implementación de metodologías LEAN para optimizar los procesos y mejorar la competitividad del puerto. Las principales herramientas y enfoques LEAN que se proponen son las siguientes:

3.7.1 Implementación de las 5S

Para la aplicación de la metodología 5s, se debe comprender que requiere del desarrollo de 7 pasos descritos por sus creadores. Este enfoque metodológico plantea una estructura y sistema, con lo cual, se puede garantizar una implementación exitosa, La

triangulación de datos, de la información obtenida en la investigación permite determinar que la alternativa 5s es un esquema viable para la implementación orientada a mejorar los procesos de descarga al granel y disminuir las esperas, los tiempos y los desperdicios involucrados:

Objetivo general de implementación 5S

Optimizar los procesos de descarga de producto a granel dentro del terminal portuario a través de la implementación de la metodología 5S, al reducir tiempos muertos, aumento de eficacia operativa y garantías de un ambiente seguro y organizado de trabajo.

Áreas de intervención

Esta metodología será aplicada en etapas claves del proceso, en donde la intervención directa de la empresa de servicios de carga portuaria pueda intervenir (a) coordinación de buque a tierra, b) traslados, y, c) almacenamiento) en donde la implementación de acciones de orden, limpieza y organización puedan afectar de forma positiva y tangible el desempeño general del proceso.

Tabla 10. Aplicación estrategias 5S proceso de descarga

Etapa Integrada del proceso	Etapas 5S				
	Seiri (clasificar)	Seiton (ordenar)	Seiso (limpiar)	Seiketsu (estandarizar)	Shitsuke (disciplina)
Practicaje de buque y nacionalización	Clasificar, ordenar y remover documentación innecesaria. Mantener y alistar solo los documentos puntuales, requeridos para la nacionalización	Designar áreas específicas para documentación de aduana, permisos, y herramientas de comunicación entre el equipo de practicaje y miembros de la autoridad portuaria			
Apertura de compuertas e inspección visual	Identificar la calidad de la carga		Asegurar que compuertas y áreas aledañas a la		Definir un protocolo de inspección estricto

			mercadería estén libres de materiales o suciedad que obstaculicen operaciones		para cada operación, con checklist para los operadores
Instalación de cucharas en grúas	Delimitar áreas específicas para ubicación de cucharas, enfocado en la optimización de tiempos			Revisión e implementación de procedimientos, para instalación rápida de cucharas	
Apilamiento de carga - colocación de tolvas	Delimitar áreas específicas para ubicación de maquinaria de apilamiento y tolvas, enfocado en la				

	optimización de tiempos				
Transporte hacia tolvas, llenado de bañeras	Retirar maquinaria no operativa (mantenimiento o reparación) Retirar materiales de desecho acumulados en áreas de trabajo		Mantener las rutas de traslado/movilización limpias y/o libres de residuos para evitar accidentes, retrasos, tiempos muertos. Implementar cronogramas de limpieza para tolvas y bañeras		
Transporte hacia básculas, pesaje y traslado a almacenes		Señalizar (implementar o dar mantenimiento) rutas de ingreso y salida de			Establecer flujo continuo, enfocado en minimizar los tiempos de espera en báscula.

		<p>camiones hacia básculas de pesaje.</p> <p>Definir áreas de estacionamiento temporal para camiones en espera, enfocado en evitar congestión.</p>			<p>Implementar un sistema automático de asignación de tickets.</p>
<p>Descarga y arrume en almacenes</p>	<p>Definir espacios específicos para diferentes productos/lotés, enfocados en reducir tiempos de búsqueda</p>		<p>Implementar momentos de limpieza entre cada ciclo de descarga para evitar acumulación de materiales o suciedad.</p> <p>Definir una temporalidad (semanal o</p>		

			quincenal) para realizar una limpieza profunda del área de almacenamiento.		
Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Remover material de residuos en el muelle.		Limpiar carga acumulada (barrido) para que el área que libre de obstrucciones para el próximo buque que realice practicaje		Definir un protocolo de limpieza post operativa en zona de muelle, identificando responsabilidades claras.

Nota: Las actividades se clasificaron en una escala de triaje en donde el color rojo corresponde a lo inmediato y lo verde a lo menos inmediato.

De todas las acciones descritas, de acuerdo con el proceso, la implementación a desarrollar sería la siguiente:

Tabla 11. Acciones a implementar desde la perspectiva del proceso

Etapa de proceso	Acción	5S
Practicaje de buque y nacionalización	Clasificar, ordenar y remover documentación innecesaria.	Seiri (clasificar)
	Mantener y alistar solo los documentos puntuales, requeridos para la nacionalización	Seiri (clasificar)
	Designar áreas específicas para documentación de aduana, permisos, y herramientas de comunicación entre el equipo de practicaje y miembros de la autoridad portuaria	Seiton (ordenar)
Apertura de compuertas e inspección visual	Identificar la calidad de la carga	Seiri (clasificar)
	Asegurar que compuertas y áreas aledañas a la mercadería estén libres de materiales o suciedad que obstaculicen operaciones	Seiso (limpiar)
	Definir un protocolo de inspección estricto para cada operación, con checklist para los operadores	Shitzuke (disciplina)
Instalación de cucharas en grúas	Delimitar áreas específicas para ubicación de cucharas, enfocado en la optimización de tiempos	Seiri (clasificar)
	Revisión e implementación de procedimientos, para instalación rápida de cucharas	Seiketsu (estandarizar)
Apilamiento de carga - colocación de tolvas	Delimitar áreas específicas para ubicación de maquinaria de apilamiento y tolvas, enfocado en la optimización de tiempos	Seiri (clasificar)
Transporte hacia tolvas, llenado de bañeras	Retirar maquinaria no operativa (mantenimiento o reparación)	Seiri (clasificar)
	Retirar materiales de desecho acumulados en áreas de trabajo	Seiri (clasificar)
	Mantener las rutas de traslado/movilización limpias y/o libres de	Seiso (limpiar)

	residuos para evitar accidentes, retrasos, tiempos muertos.	
	Implementar cronogramas de limpieza para tolvas y bañeras	Seiso (limpiar)
Transporte hacia básculas, pesaje y traslado a almacenes	Señalizar (implementar o dar mantenimiento) rutas de ingreso y salida de camiones hacia básculas de pesaje.	Seiton (ordenar)
	Definir áreas de estacionamiento temporal para camiones en espera, enfocado en evitar congestión.	Seiton (ordenar)
	Establecer flujo continuo, enfocado en minimizar los tiempos de espera en báscula.	Shitzuke (disciplina)
	Implementar un sistema automático de asignación de tickets.	Shitzuke (disciplina)
Descarga y arrume en almacenes	Definir espacios específicos para diferentes productos/lotés, enfocados en reducir tiempos de búsqueda	Seiri (clasificar)
	Implementar momentos de limpieza entre cada ciclo de descarga para evitar acumulación de materiales o suciedad.	Seiso (limpiar)
	Definir una temporalidad (semanal o quincenal) para realizar una limpieza profunda del área de almacenamiento.	Seiso (limpiar)
Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Remover material de residuos en el muelle.	Seiri (clasificar)
	Limpiar carga acumulada (barrido) para que el área que libre de obstrucciones para el próximo buque que realice practicaje	Seiso (limpiar)
	Definir un protocolo de limpieza post operativa en zona de muelle, identificando responsabilidades claras.	Shitzuke (disciplina)

Fuente: Elaboración propia.

Implementación:

La implementación de esta metodología debe provenir desde la decisión y convencimiento de la directiva organizacional de decidirse por esta estrategia como un

mecanismo que les permitirá alcanzar los objetivos planteados y lograr la optimización de tiempos y recursos. La decisión de alta gerencia es clave para optar por esta metodología, así como en la identificación de limitaciones y fortalezas de esta.

Alta dirección:

En función del compromiso que debe asumir la alta gerencia de la compañía para la implementación de la metodología 5S, debe articularse un plan que posibilite el mejoramiento de los índices temporales en el proceso que se ha desarrollado a través del tiempo. Frente a esto y a las necesidades detectadas, se optó por la aplicación de esta estrategia, y la toma del compromiso, como elemento clave para lograr el éxito con este programa.

La decisión de la dirección es un componente clave, para: a) identificar los elementos a mejorar dentro del proceso actual, b) creación de los documentos y formatos requeridos en función de las necesidades planteadas, c) capacidad financiera para asumir los costos de capacitación, instrumentos y equipos de trabajo necesarios en el proceso de descarga, d) compromiso y participación de los jefes de área y colaboradores de la organización, e) aplicar las actividades relacionadas a las etapas de la metodología, f) Compromiso del personal para participar de los procesos evaluativos y de retroalimentación de la propuesta.

Configuración de equipo de alta gerencia.

Para la aplicación de esta metodología es necesaria la existencia de un comité que se apersona y lidere el desarrollo del proyecto; para el caso del presente estudio, este comité estará conformado por los roles de: gerente general, jefe de operaciones, y logística.

Tabla 12. Comité 5S

Rol Comité	Rol empresa	Nombre y Apellido
Presidente	Gerente General	XXXXXXXXXXXX
Secretario 1	Jefe de Operaciones	XXXXXXXXXXXX
Secretario 2	Logística	XXXXXXXXXXXX

Fuente: Elaboración propia.

Este equipo asumirá las siguientes responsabilidades y funciones, enfocados en alcanzar la optimización dentro del proceso y efectivizar los tiempos requeridos en el mismo.

Tabla 13. Responsabilidades comité 5S

Responsabilidad	Función
Planeación	Planes para el desarrollo de actividades Comunicación y socialización previa, en desarrollo y posterior de las actividades Gestionar recursos de forma eficiente
Desarrollo	Coordinación de actividades de capacitación Convocatoria y liderazgo en reuniones

	<p>Integrar al personal en relación a la metodología</p> <p>Colaborar activamente en el desarrollo de todas las actividades de la metodología</p> <p>Seguimiento a los planes planteados</p>
Verificación	<p>Desarrollar inspecciones y verificaciones del proceso</p> <p>Impulsar la implementación de actividades de mejora</p> <p>Monitorear el desarrollo y cumplimiento de las actividades previamente planificadas</p>
Actuación	<p>Activar los procesos documentales relacionados a las actividades dentro de los procesos y sus resultados.</p> <p>Proponer alternativas de optimización</p> <p>Implementar alternativas de optimización</p>

Fuente: Elaboración propia.

Capacitación a facilitadores

Las capacitaciones internas deben desarrollarse para capacitar a los líderes de cada área para que, de esa manera, se pueda lograr una efectiva implementación de la metodología. Bajo esa consideración, una entidad especialista dará la información inicial al comité y a todos los jefes departamentales, para luego esa información aterrizarla a todos y cada uno de los colaboradores de la empresa.

Tabla 14. Cronograma de capacitación

Etapa	Contenido	Fecha	Duración (hrs)	Responsable
Fundamento 5S	Introducción al sistema y capacitación S- Seiri (seleccionar)	00/00/2025	2	Empresa asesora, comité,

	Capacitación para el resto de S (Seiton, seiso, seiketsu, shitsuke)	00/00/2025	2	Empresa asesora, comité,
Objetivos indicadores 5S	Ciclo – experiencia de implementación y de evaluación	00/00/2025	2	Empresa asesora, comité,
Implementación 5S	Pasos implementación	00/00/2025	2	Empresa asesora, comité,
	Ejecución del plan, análisis y mejora	00/00/2025	2	Empresa asesora, comité,

Fuente: Elaboración propia

3.8 Plan maestro o plan anual

De acuerdo con el modelo de implementación de la metodología 5S que corresponda a 7 pasos, el detalle del orden de acciones a desarrollar es el siguiente.

Tabla 15. Detalle de plan maestro para implementación 5S

Pasos implementación	Encargado
Paso 1: Decisión de la alta gerencia. Decisión Alineamiento con el sistema de gestión Creación del comité 5S	Alta gerencia
Paso 2: Compromiso de alta gerencia Creación y comunicación interna de la estrategia 5S Firmas – actas – compromiso	Alta gerencia
Paso 3: Organización del equipo 5 Creación del equipo Explicación interna del objetivo Plan de capacitación para el comité Plan de capacitación interna 5S	Gerencia general – Comité 5S
Paso 4: Plan maestro Plan Indicadores Auditoría	Comité 5S

<p>Paso 5: Ejecución Plan de actividades SEIRI Capacitación en implementación SEIRI Lanzamiento Registro y documentación de articulo necesarios y no necesarios Monitoreo y auditoría SEIRI</p> <p>Plan de actividades SEITON Capacitación SEITON Lanzamiento Plan de ordenamiento Monitoreo y auditoría SEITON</p> <p>Plan de actividades SEISO Capacitación SEISO Lanzamiento y limpieza general Implementación de modelo de limpieza Monitoreo y auditoría SEISO</p> <p>Plan de actividades SEIKETSU Promoción de prácticas y planes de mejora Monitoreo y auditoría SEIKETSU</p> <p>Plan de actividades SHITSUKE Promoción práctica de autocontrol Capacitaciones Promoción de prácticas de mejora continua Monitoreo y auditoría SHITSUKE</p>	<p>Comité 5S y jefes de área</p>
<p>Paso 6: Verificación del sistema 5S Evaluación y difusión de resultados de implementación Publicación de resultados Feedback</p>	<p>Comité 5S y auditores</p>
<p>Paso 7: Análisis y mejora Plan de mejora Observaciones Medidas correctivas y preventivas Presentación de cronograma de auditorías 5S Auditorías y capacitaciones</p>	<p>Comité 5S Alta gerencia</p>

Fuente: Elaboración propia

3.8.1 Ejecución del plan maestro

SEIRI

Para la implementación de la fase SEIRI, se tuvo en cuenta los elementos intervinientes en el proceso de descarga del producto al granel, buscando el orden y la clasificación que optimice la operación actual

Tabla 16. Clasificación de uso de criterio

Proceso	Acción	Elemento	Fr. uso	Útil.	Can t.	Relevancia
Practicaje de buque y nacionalización	Clasificar, ordenar y remover documentación innecesaria.	Documentos		X		X
	Mantener y alistar solo los documentos puntuales, requeridos para la nacionalización	Documentos		X		X
Apertura de compuertas e inspección visual	Identificar la calidad de la carga	Carga		X		X
Apilamiento de carga - colocación de tolvas	Delimitar áreas específicas para ubicación de cucharas, enfocado en la optimización de tiempos	Área		X		X
	Delimitar áreas específicas para ubicación de maquinaria de apilamiento y tolvas, enfocado en la optimización de tiempos	Área				X
Transporte hacia tolvas, llenado de bañeras	Retirar maquinaria no operativa (mantenimiento o reparación)	Maquinaria	X	X		X
	Retirar materiales de desecho acumulados en áreas de trabajo	Materiales	X	X		

Descarga y arrume en almacenes	Definir espacios específicos para diferentes productos/lotés, enfocados en reducir tiempos de búsqueda	Carga	X	X		
Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Remover material de residuos en el muelle.	Residuos			X	X

Fuente: Elaboración propia

3.8.2 Implementación SEIRI

La aplicación del SEIRI puede definirse como “clasificar lo que sirve y descartar lo que no es útil”, bajo esa premisa, el trabajo a desarrollar comprende lo siguiente:

- Desarrollar inventario y clasificar los elementos útiles del proceso
- Listar componentes y equipos que se encuentran inútiles por mantenimiento, fallas, inutilidad o desuso, dentro del proceso y áreas de trabajo.
- Se descarta los elementos que no son relevantes, evaluando posibilidad de darles nuevo uso
- Cuando se encuentran identificados los elementos por desecho o que necesitan mantenimiento, se debe llenar informe de notificación

Como en el proceso de descarga no se relaciona con actividad productiva o inventario comercial (solo carga que se traslada inmediatamente a clientes) no existen notificaciones de desecho, pero el concepto se aplica para notificaciones de

mantenimiento, para identificar los vehículos y equipos que requieren de ajustes para estar a punto, y tomar las acciones correctivas de forma inmediata.

Tabla 17. Informe de notificación de mantenimiento

Área / Dep.			Fecha		
Responsable					
Tipo	Identificación	Estado	Motivo de mant.	Fecha de mant.	Calif. final

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.

Tabla 18. Lista de chequeo SEIRI

Proceso	Criterio de evaluación	Calificación: 0=deficiente; 1=promedio; 2=bien		
		Puntuación		
		0	1	2
Practicaje de buque y nacionalización	Documentos clasificados		1	
	Documentos disponibles		1	
Apertura de compuertas e inspección visual	Calidad de carga			2
Apilamiento de carga - colocación de tolvas	Ubicación óptima de cucharas, enfocado en la optimización de tiempos		1	
	Ubicación óptima de maquinaria de apilamiento y tolvas, enfocado en la optimización de tiempos		1	
Transporte hacia tolvas, llenado de bañeras	Mantenimiento y reparación de máquinas y equipos eficaz		1	
	Desechos retirados de áreas de trabajo		1	
Descarga y arrume en almacenes	Carga almacenada por productos/lotes		1	

Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Muelle sin presencia de residuos		1	
Total por columna		0	8	2
Total		10		

Fuente: Elaboración propia

3.8.3 Implementación SEITON

De acuerdo con la AOTS (2021) para poder consolidar esta etapa de la metodología, deben llevarse a cabo los siguientes pasos: a) evaluar y establecer ubicaciones, b) determinar posiciones ideales, y, c) identificación de lugares adecuados.

Para la aplicación de la metodología, en el contexto de realidad de la presente propuesta, no se cuenta con inventario de producto para establecer una ubicación; por lo tanto, la organización se realizará por un criterio de áreas y de la señalización que existe (o se puede mejorar) para ordenar el flujo de camiones, lo que sirve para la optimización del proceso.

Tabla 19. Lista de chequeo SEITON

Proceso	Criterio de evaluación	Calificación: 0=deficiente; 1=promedio; 2=bien		
		Puntuación		
		0	1	2
Practicaje de buque y nacionalización	Áreas específicas para facilitar comunicación entre el equipo de practica y miembros de la autoridad portuaria			2
Transporte hacia básculas, pesaje y	Señalización de rutas de ingreso y salida de camiones hacia básculas de pesaje.		1	

traslado almacenes	a	Áreas de estacionamiento temporal para camiones en espera, para evitar congestionamiento		1	
Total por columna				2	2
Total				4	

Fuente: Elaboración propia

3.8.4 Implementación SEISO

Dentro de las actividades a realizar dentro de la tercera S (Seiso) se debe de implementar un sistema de limpieza que favorezca la pulcritud de los espacios de descarga, traslado y almacenaje, con la finalidad de evitar excesos por desperdicio o molestias por suciedad que, tengan como una posible consecuencia, la generación de retrasos en el proceso de trabajo.

Para facilitar la operatividad de los procesos, se debe implementar una programación de limpieza enfocada en: a) compuertas y áreas aledañas a la carga, b) rutas de movilización, c) tolvas y bañeras, d) área de almacenamiento, e) muelle, dividida entre los 7 operadores de mantenimiento.

Tabla 20. Propuesta de cronograma de limpieza

Acción	Responsable	Temporalidad
Limpieza compuertas y áreas aledañas a la carga	Operador de mantenimiento	Al inicio de cada proceso de descarga
Rutas de movilización		Durante el proceso de descarga
Tolvas y bañeras		Previo a cada proceso de descarga

Áreas de almacenamiento		En cada proceso de descarga – Semanal con almacén vacío
Muelle		Cuando el proceso lo requiera

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Lista de chequeo SEISO

Proceso	Criterio de evaluación	Calificación: 0=deficiente; 1=promedio; 2=bien		
		Puntuación		
		0	1	2
Apertura de compuertas e inspección visual	Compuertas y áreas aledañas a la carga		1	
Transporte hacia básculas, pesaje y traslado a almacenes	Rutas de traslado/movilización limpias		1	
	Cronograma de limpieza para tolvas y bañeras	0		
Descarga y arrume en almacenes	Limpieza entre cada ciclo de descarga			2
	Limpieza semanal área de almacenamiento		1	
Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Limpieza de muelle para evitar residuos			2
Total por columna		0	3	4
Total		7		

Fuente: Elaboración propia

3.8.5 Implementación SEIKETSU (Estandarizar y mantener)

En este momento de la implementación de la metodología 5S, más que el desarrollo de acciones o implementaciones como en las etapas previas; en este caso se

hace referencia en como todos las pautas, acciones y procesos anteriores pasan de ser una novedad a convertirse en un estándar de procedimiento, caracterizadas por el orden, limpieza y el compromiso del capital humano de la organización.

En esta etapa, al revisar las acciones anteriores puede generar que el chequeo determine la necesidad de crear procedimientos, con el fin de mantener los objetivos y metas trazadas. La única acción a incorporar en esta etapa fue la implementación de procedimientos para la instalación rápida de cucharas.

Tabla 22. Lista de chequeo SEIKETSU

Proceso	Criterio de evaluación	Calificación: 0=deficiente; 1=promedio; 2=bien		
		Puntuación		
		0	1	2
Instalación de cucharas en grúas	Revisión e implementación de procedimientos, para instalación rápida de cucharas		1	
Total por columna		0	1	
Total		1		

Fuente: Elaboración propia

3.8.6 Implementación SHITSUKE (Disciplina)

En esta etapa, la repetición periódica de las actividades y la estandarización de las mismas, junto al compromiso del capital humano de la organización, se orienta a la creación de una cultura y filosofía empresarial expresadas en la ejecución de acciones desarrolladas de forma sistemática. Esta última S, abarca a las demás, debido al cumplimiento que debe desarrollarse para los procedimientos y reglas establecidos

previamente en las 4S previas. Para esta fase, se incorporó el chequeo de 4 acciones específicas (protocolos) orientadas a mejorar la implementación realizada de forma previa.

Tabla 23. Lista de chequeo SHITSUKE

Proceso	Criterio de evaluación	Calificación: 0=deficiente; 1=promedio; 2=bien		
		Puntuación		
		0	1	2
Apertura de compuertas e inspección visual	Definir un protocolo de inspección estricto para cada operación, con checklist para los operadores	0		
Transporte hacia básculas, pesaje y traslado a almacenes	Establecer flujo continuo, enfocado en minimizar los tiempos de espera en báscula.		1	
	Implementar un sistema automático de asignación de tickets.	0		
Retorno de camión a muelle y barrido de buque de carga	Definir un protocolo de limpieza post operativa en zona de muelle, identificando responsabilidades claras.	0		
Total por columna		0	1	
Total			1	

Fuente: Elaboración propia

3.9 Costos de implementación:

Para la ejecución de la metodología 5S, se requerirá de los siguientes valores económicos que servirán para garantizar el correcto desarrollo de las actividades planificadas en la presente propuesta de implementación.

Tabla 24. Costos implementación 5S

Rubro	Descripción	Valor
Auditorías y asesoría inicial	Auditorías internas iniciales y asesoría brindada por la marca sponsor de la metodología 5S	\$2.000
Capacitación	Talleres y sesiones formativas	\$2.000
Material visual y señalización	Carteles, adhesivos, líneas de demarcación, señalética	\$5.000
Herramientas de limpieza	Equipo industrial y manual de limpieza	\$1.200
Optimización de espacios	Estanterías, cajones, organizadores	\$1.500
Documentación y procedimientos	Diseño y redacción de manuales y protocolos	\$800
	TOTAL	\$12.500

Fuente: Elaboración propia

3.10 Beneficios implementación metodología

Con la implementación de la metodología 5S, se pretende reducir los tiempos de espera en un 10% y los tiempos muertos en un 20%, con lo que se afectaría positivamente en la reducción de los costos operativos de uso del puerto (muelle).

En la Tabla N° 3 se estableció un proceso de 4 horas en total, asumiendo el recorrido de un solo camión a bodega, situación que en realidad no es así, ya que se deben

transportar muchas toneladas métricas (TM) a bodegas, que en un escenario promedio suelen ser 20.000 TM por descarga, a un tiempo aproximado de 48 horas. Aplicando una regla de 3 simple se obtienen los siguientes datos.

Tabla 25. Proyección de retrasos en descarga de 20000 TM 48 horas

	Horas	Retrasos	Tiempos muertos
T. proceso	4	0,25 (15 min)	0,13 (8 min)
T.promedio real	48	3	1,5

Fuente: Elaboración propia

Bajo esos datos, en promedio existen 3 horas acumuladas de retrasos, más una hora y media de tiempos muertos, lo que contabiliza en total cuatro horas y media de exceso de uso de tiempo de muelle; escenario que incide directamente en los costos operacionales.

Considerando la premisa de ahorro que la metodología implementaría, por proceso de descarga se reduciría un total de 36 minutos por proceso de descarga:

Tabla 26. Ahorros de tiempo, metodología 5S

	Horas	Retrasos	Tiempos muertos
T.promedio real	48	3	1,5
Razón reducción		10%	20%
Valor		0,3	0,3
Expresado en horas		18 min	18 min

Nota: Los tiempos reducidos (retrasos 0,3; tiempos muertos 0,3) que representan 36 minutos, para el cálculo de costos, se lo considerará con un valor de 0,6, para el cálculo de costo hora. Fuente: Elaboración propia

Con este escenario de reducción y considerando el valor por hora del uso del muelle (a razón de 1,45 dólares la hora), la reducción de valores en este ejemplo de descarga correspondería al siguiente criterio.

Tabla 27. Reducción costos alquiler de muelle

Costo x hora	Tiempo reducido	Valor ahorrado
\$ 1,45	0,6	\$ 0,87

Nota: Datos tomados del Oficio de concesión a empresa por parte de la Autoridad Portuaria. No. ANDP-GC-055-2024 (Ver [Anexo 13](#)). Fuente: Elaboración propia

Así mismo, el costo de almacenamiento generado durante el proceso, también se ve afectado por esta reducción de valores. El valor responde a la razón de 1,99 x día c/TM almacenada, en base a ello la reducción de costos respondería al siguiente criterio.

Tabla 28. Reducción costos tiempo de almacenamiento

Costo por día	TM	Valor	Razón reducción	Valor ahorrado
\$1,99	2000	3980	0,025	\$99,50

Nota: Datos tomados del Oficio de concesión a empresa por parte de la Autoridad Portuaria. No. ANDP-GC-055-2024 (Ver [Anexo 13](#)). Fuente: Elaboración propia

Con ambos valores, la implementación de la metodología 5S, representaría un ahorro de \$100.37 en los costos en cada proceso de descarga. Si se considera una frecuencia de descarga de 4 procesos por semana, los valores reducidos presentarían este comportamiento.

Tabla 29. Proyección anual de valores ahorrados

Mes	Valores ahorrados
1	\$1,605.92
2	\$1,605.92
3	\$1,605.92
4	\$1,605.92
5	\$1,605.92
6	\$1,605.92
7	\$1,605.92
8	\$1,605.92
9	\$1,605.92
10	\$1,605.92
11	\$1,605.92
12	\$1,605.92
TOTAL ANUAL AHORRO OP.	\$19,271.04

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta este valor, se procedió a hacer una estimación para 5 años de sostenimiento de los beneficios y proceder a calcular si la inversión realizada para la implementación de la metodología fue rentable. Para tal propósito se consideró un incremento del 2% anual, y una tasa de descuento del 10,43% tomando como referencia la tasa de interés activa referencial del Banco Central del Ecuador.

Tabla 30. Flujo 5 años

	0	1	2	3	4	5
Ahorro anual		\$19.271,04	\$19.560,11	\$19.853,51	\$20.151,31	\$20.453,58
Inversión inicial	\$12.500,00	-				
Flujo	\$12.500,00	\$19.271,04	\$19.560,11	\$19.853,51	\$20.151,31	\$20.453,58

Incremento anual	2%					
Tasa dscto	10,43%					

Fuente: Elaboración propia

Con los datos planteados, sobre la inversión se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) del 154% y un valor actual neto de la inversión (VAN) de \$55,907.38, ambos indicadores mayores a cero, con lo cual, desde la perspectiva económica, la implementación de la metodología 5S, es rentable. El periodo de recuperación de capital (inversión) es de 7 meses aproximadamente.

Tabla 31. Indicadores financieros

TIR	154%
VAN	\$55.907,38
Recuperación Capital	7 meses

Fuente: Elaboración propia

Se optó por plantear la implementación de la metodología 5S por su inmediatez y por constituir un buen punto de arranque sobre el cual sentar las bases de un entorno de trabajo organizado y cohesionado, con procesos operativos claros, aspecto de suma importancia para un terminal portuario. Así mismo, dentro de la decisión de esta metodología sobre otras, las 5S ofrecen resultados visibles e inmediatos, lo que afecta de forma positiva al compromiso de los trabajadores, lo que representa un terreno fértil para la posterior adopción de otras metodologías LEAN enfocadas a la mejora continua, pero a su vez, más complejas como lo son: *Kanban*, *TPM*, *Value Stream Mapping* y *Kaizen*.

Dentro de una línea de tiempo, la sugerencia de esta investigación para la implementación de las otras metodologías LEAN, es la siguiente:

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados implementación metodología

Para la implementación de la metodología 5S, el enfoque se centró en la reducción de tiempos de retrasos y tiempos muertos en el proceso de descarga, con lo cual se buscó incrementar la eficacia operativa en la terminal portuaria en los procesos de carga al granel. A continuación, se presenta el detalle global de la implementación aplicada a tres procedimientos de descarga:

Tabla 32. Procedimientos de carga ejecutados por tipo de carga y TM totales

Buque	Carga	Ratio TM x hora x grúa	Cantida d grúas	Horas programadas	TM
Buque #1	Soya	160	4	46	29440
Buque #2	Trigo	180	4	56	40320
Buque #3	Gluten	130	4	47	24440

Fuente: Elaboración propia (Ver [Anexo 16](#), [Anexo 17](#) y [Anexo 18](#))

4.2 Procedimientos realizados

Cada una de las cargas tuvo una programación de trabajo de acuerdo a las ratios establecidos para cada tipo de carga, sin contar los procesos de nacionalización de la mercadería, los que marcan un pequeño retraso desde el zarpe del buque hasta el inicio de operaciones. Las programaciones respondieron al siguiente esquema:

Tabla 33. Detalle de programación de cargas

	Buque #1	Buque #2	Buque #3
Total carga	29440	40320	24440
Horas programadas	46	56	47
Tipo de carga	Soya	Trigo	Gluten
Atraco buque	9/10/2024 5:45	11/10/2024 9:00	19/10/2024 3:40
Grúas (ganchos)	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

Dentro del plan de descarga, se programan también ciertas paradas, correspondientes a la alimentación del personal y de otros trabajos programados, relacionados al procedimiento de la descarga, lo que también se incluye dentro de la planificación operativa.

Tabla 34. Total paradas programadas

	Buque #1	Buque #2	Buque #3
Alimentación	4:00	5:00	4:00
Trabajos programados	3:15	3:10	4:15
Total paradas programadas	7:15	8:10	8:15

Fuente: Elaboración propia

Con todos estos datos, más las proyecciones de los retrasos, determinadas por los datos obtenidos mediante la investigación, se contabilizaron la totalidad de retrasos proyectados para las 3 operaciones de descarga; tal como consta en la tabla N° 28.

Tabla 35. Proyección operación vs. retrasos

	Buque #1	Buque #2	Buque #3
(a) Operación	46:00:00	56:00:00	47:00:00
(-) Alimentación	4:00:00	5:00:00	4:00:00
(-) Trabajos programados	3:15:00	3:10:00	4:15:00
(-) Retrasos	2:36:00	3:12:00	2:42:00
(-) Tiempos muertos	1:22:00	1:40:00	1:25:00
(= Total retrasos)	11:13	13:02	12:22

Fuente: Elaboración propia

Bajo la consideración de esta información, se realizaron los procesos de descarga bajo las premisas de las 5S, con la finalidad de reducir los retrasos y los tiempos muertos en la operación total. Luego de la aplicación se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 36. Procesos de descarga realizados

	Buque #1	Buque #2	Buque #3
Hora Atraque	9/10/2024 5:45	11/10/2024 9:00	19/10/2024 3:40
Hora Zarpe	11/10/2024 7:00	13/10/2024 20:25	21/10/2024 7:45
Inicio de operaciones	9/10/2024 7:30	11/10/2024 10:55	19/10/2024 6:40
Fin de Operaciones	11/10/2024 5:30	13/10/2024 19:10	21/10/2024 6:30
Horas muelle	49:15:00	59:25:00	52:05:00
Horas Operativas	46:00:00	56:15:00	47:50:00
Paradas programadas			
Alimentación	4:00:00	5:00:00	4:00:00
Trabajos programados	3:15:00	3:10:00	4:15:00
Retrasos	2:27:00	2:48:00	2:27:00
Tiempos muertos	1:07:00	1:18:00	1:09:00
Total paradas	10:49:00	12:16:00	11:51:00
Neto operación	38:26:00	47:09:00	40:14:00

Fuente: Elaboración propia

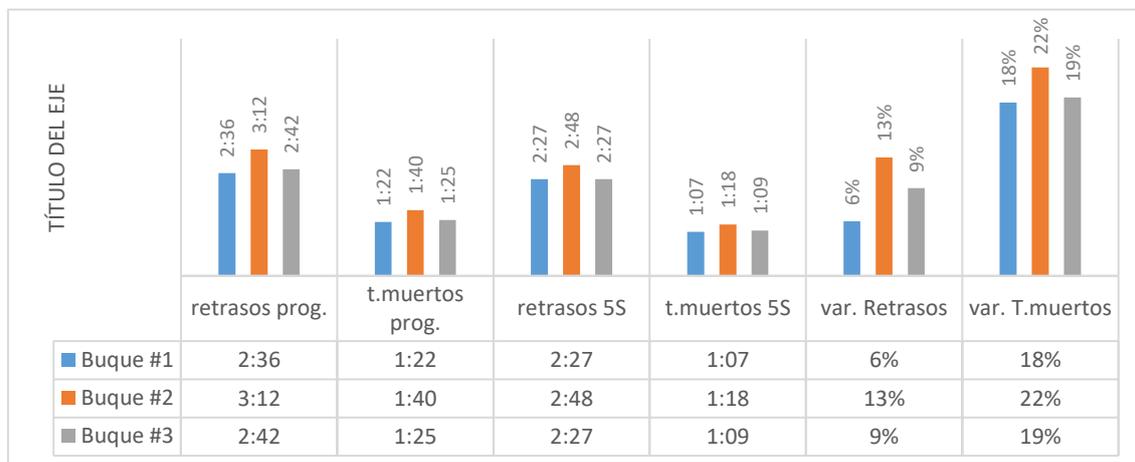
Con la aplicación de la metodología 5S y con los datos reales de la descarga, se procedió a comparar con lo proyectado a partir de los datos de la investigación y determinar los resultados obtenidos

Tabla 37. Comparativa programado vs Metodología 5S

	Retrasos prog.	T.muertos prog.	Retrasos 5S	T. muertos 5S	Var. Retrasos	Var. T.muertos
Buque #1	2:36	1:22	2:27	1:07	6%	18%
Buque #2	3:12	1:40	2:48	1:18	13%	22%
Buque #3	2:42	1:25	2:27	1:09	9%	19%
Promedios variación					10%	20%

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Comparativa retrasos programados vs. 5S



Fuente: Elaboración propia

Análisis

- Reducción de retrasos: en promedio, se pudo observar que los retrasos se redujeron en un 10%, con lo que se logra una disminución en proporción a las horas proyectadas de descarga iniciales
- Reducción de tiempos muertos: El promedio en reducción de tiempos muertos, fue de un 20%, con lo que se afecta de forma general a la optimización de procesos y tiempo dentro de la descarga en general
- Ajuste en tiempo de descarga: Al considerar las reducciones en tiempos de espera y tiempos muertos, los tiempos del proceso en general presentan una mejoría que bordea aproximadamente los 30 minutos por cada procedimiento.

4.3 Beneficios implementación metodología

Bajo la luz de estos resultados, con la implementación de la metodología 5S, se pretende reducir los tiempos de espera en un 10% y los tiempos muertos en un 20%, con lo que se afectaría positivamente en la reducción de los costos operativos de uso del puerto (muelle).

Para ilustrar los beneficios económicos de la aplicación de esta metodología, se tomarán los datos de la descarga del buque #2, en el que se lograron reducir 24 minutos de tiempo de espera y 22 minutos de tiempos muertos, contabilizando un total de 46 minutos a favor. Con este escenario de reducción y considerando el valor por hora del uso del muelle (a razón de 1,45 dólares la hora), la reducción de valores en este ejemplo de descarga correspondería al siguiente criterio.

Tabla 38. Reducción costos alquiler de muelle

Costo x hora	Tiempo reducido	Valor ahorrado
\$ 1,45	0,77	\$ 1,11

Nota: Datos tomados del Oficio de concesión a empresa por parte de la Autoridad Portuaria. No. ANDP-GC-055-2024. Fuente: Elaboración propia

Así mismo, el costo de almacenamiento generado durante el proceso, también se ve afectado por esta reducción de valores. El valor responde a la razón de 1,99 x día c/TM almacenada, en base a ello la reducción de costos respondería al siguiente criterio.

Tabla 39. Reducción costos tiempo de almacenamiento

Costo x día	TM	Valor	Razón reducción	Valor ahorrado
\$1,99	4032	\$8,023.68	0,032	\$256,31

Nota: Datos tomados del Oficio de concesión a empresa por parte de la Autoridad Portuaria. No. ANDP-GC-055-2024. Fuente: Elaboración propia

Con ambos valores, la implementación de la metodología 5S, representaría un ahorro de \$257.42 en los costos en cada proceso de descarga. Si se considera una frecuencia de descarga de 2 procesos por semana, los valores reducidos presentarían este comportamiento.

Tabla 40. Proyección anual de valores ahorrados

Mes	Valores ahorrados
1	\$2,059.36
2	\$2,059.36
3	\$2,059.36
4	\$2,059.36
5	\$2,059.36
6	\$2,059.36
7	\$2,059.36
8	\$2,059.36
9	\$2,059.36
10	\$2,059.36
11	\$2,059.36
12	\$2,059.36
TOTAL ANUAL AHORRO OP.	\$24,712.32

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta este valor, se procedió a hacer una estimación para 5 años de sostenimiento de los beneficios y proceder a calcular si la inversión realizada para la implementación de la metodología fue rentable. Para tal propósito se consideró un incremento del 2% anual, y una tasa de descuento del 10,43% tomando como referencia la tasa de interés activa referencial del Banco Central del Ecuador.

Tabla 41. Flujo 5 años

	0	1	2	3	4	5
Ahorro anual		\$24.712,32	\$25.083,00	\$25.459,25	\$25.841,14	\$26.228,76
Inversión inicial	-\$12.500,00					
Flujo	-\$12.500,00	\$24.712,32	\$25.083,00	\$25.459,25	\$25.841,14	\$26.228,76
Incremento anual	2%					
tasa dscto	10,43%					

Fuente: Elaboración propia

Con los datos planteados, sobre la inversión se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) del 198% y un valor actual neto de la inversión (VAN) de \$74,889.21, ambos indicadores mayores a cero, con lo cual, desde la perspectiva económica, la implementación de la metodología 5S, es rentable. El periodo de recuperación de capital (inversión) es de 6 meses aproximadamente.

Tabla 42. Indicadores financieros

TIR	154%
VAN	\$55.907,38
Recup Capital	6 meses

Fuente: Elaboración propia

Se optó por plantear la implementación de la metodología 5S por su inmediatez y por constituir un buen punto de arranque sobre el cual sentar las bases de un entorno de trabajo organizado y cohesionado, con procesos operativos claros, aspecto de suma importancia para un terminal portuario. Así mismo, dentro de la decisión de esta metodología sobre otras, las 5S ofrecen resultados visibles e inmediatos, lo que afecta de forma positiva al compromiso de los trabajadores, lo que representa un terreno fértil para la posterior adopción de otras metodologías LEAN enfocadas a la mejora continua, pero a su vez, más complejas como lo son: *Kanban*, *TPM*, *Value Stream Mapping* y *Kaizen*.

Dentro de una línea de tiempo, la sugerencia de esta investigación para la implementación de las otras metodologías LEAN, es la siguiente:

Tabla 43. Metodologías LEAN a implementar

Momento	Metodología	¿Por qué?
2do.	<i>Kanban</i>	Cuando el entorno y los procesos se encuentren mejor organizados con las 5S, <i>Kanban</i> permitirá optimizar la sincronización de actividades y flujo de materiales, con lo que se mejoraría aún más los problemas de coordinación observados en el trabajo interactuado entre grúas, tolvas y camiones; además de favorecer aún más la reducción de tiempos muertos y ayuda en la priorización de tareas a tiempo real
3ro	TPM	Luego de optimizar el flujo con <i>Kanban</i> , se vuelve necesario efectivizar aún más las operaciones de los equipos y maquinarias involucrados, a través de planes de mantenimiento que garanticen el funcionamiento ideal del proceso. Este enfoque preventivo, reduce los tiempos operativos (y su variabilidad) aumentando los equipos disponibles y reduciendo el tiempo requerido para la descarga
4to	VSM	Con un trabajo organizado, flujos estandarizados y equipos al 100% de su operatividad, el flujo puede ser analizado para poder identificar áreas y etapas en donde eliminar procesos, tareas y desperdicio. Esta metodología entrega una visión estratégica en donde se puede seguir mejorando, con lo cual, se aporta aún más sobre los buenos resultados de las metodologías previas.
5to	<i>Kaizen</i>	Con todas las mejoras implementadas por las metodologías previas, implementar la cultura <i>KAIZEN</i> de mejora continua, asegura la sostenibilidad de los

cambios implementados a largo plazo. Esta estrategia es clave para involucrar de forma ideal a todo el personal en la optimización y monitoreo permanente

Fuente: Elaboración propia

La aplicación de estas metodologías LEAN en el orden descrito, podrá asegurar que cada una refuerce y mejore los beneficios que sean logrados por la metodología previa, con lo cual se garantizaría un impacto positivo y sostenido en todos los procesos operativos del terminal, incidiendo de forma directa en los resultados económicos de la organización

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En relación con el objetivo específico N°1 que planteó el diagnóstico de los procesos actuales de descarga en el terminal, éste permitió la identificación de las principales trabas y obstáculos existentes en los procesos de descarga, tales como: la poca coordinación, los tiempos de espera extendidos, los tiempos muertos y las fallas existentes en equipos y maquinarias. Toda esta problemática afecta de forma directa en la eficiencia operativa del proceso, lo que incrementa en minutos y horas los tiempos totales de descarga, lo que al final, tiene como consecuencia el incremento en costos adicionales. La recopilación de información fue un elemento importante para evidenciar la necesidad de aplicar mejoras procedimentales y operacionales.

Respecto al objetivo específico N°2, relacionado a la evaluación del desempeño mediante metodologías LEAN, el análisis del proceso y el uso del diagrama de Ishikawa, permitió determinar las causalidades que generan las ineficiencias relacionadas a los tiempos de retraso y tiempos muertos. Los resultados demostraron de forma esquematizada la problemática en sentidos de causa y efecto, lo que fue útil como punto de partida para el posterior establecimiento de acciones y metodologías LEAN para optimizar los tiempos y recursos del proceso, mejorando la efectividad del mismo y disminuyendo los costos operativos.

Finalmente, en relación al objetivo específico N°3, relacionado con la propuesta de mejoras basadas en metodologías LEAN, se implementó la estrategia de las 5S, con la cual se pudo reducir en un 10% los tiempos de retraso y en un 20% los tiempos muertos,



con lo cual se pudo evidenciar el impacto que logró una implementación adecuadamente estructurada, además del beneficio económico que generó la reducción de costos operativos a través de la disminución de tiempos muertos y de retraso. Este tipo de acciones, sientan las bases para la posterior adopción de otras metodologías LEAN, como el *Kanban*, mantenimiento productivo, *Kaizen*, entre otras que, en el corto y mediano plazo, puedan complementar los procesos de optimización iniciados.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con las auditorías constantes de los procesos operativos de descarga del terminal portuario, para poder así identificar nuevas áreas de oportunidad para seguir perfeccionando los procesos en término de efectividad operativa y económica. Esto puede incluir el uso de tecnologías, sistemas de monitoreo a tiempo real y programas de análisis de datos, con lo cual se podrá obtener una visión más precisa del proceso desarrollado.

Se recomienda la implementación de métricas continuas para poder evaluar la eficiencia de los tiempos del proceso en tiempo real. Esto abarca la creación de indicadores clave para tiempos de cada procedimiento, tiempos en la utilización de equipos, tiempos muertos, etc. Adicionalmente, el personal debe ser capacitado en el uso y la interpretación de estos indicadores, lo que sirva de fundamento para el posterior establecimiento de una cultura de mejora continua.

Se sugiere también el desarrollo de un proyecto de implementación escalonado de metodología LEAN, de forma gradual, para consolidar una filosofía corporativa de mejoramiento continuo y calidad en los procesos de la empresa. Las metodologías a aplicar incluirían a: Mantenimiento productivo total, *Kanban*, VSM y *Kaizen*; todas estas metodologías lograrán complementar a las 5S y podrán garantizar una mejora integral. Adicionalmente, debe considerarse que el comité de mejora para el 5S, sea quien lidere el resto de iniciativas de optimización en todas las actividades operativas del terminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

González, F. J., & Rodríguez, A. M. (2020). *Operational efficiency in bulk cargo terminals: Challenges and opportunities*. *Journal of Maritime Economics and Logistics*, 22(1), 45-63. <https://doi.org/10.1057/s41278-020-00179-4>

Hernández, P., & López, L. (2020). *Impact of operational inefficiencies on port costs and service delivery: A case study*. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 12(2), 89-106. <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2020.108772>

Navarro Chávez, L., & Delfín Ortega, R. (2020). *La competitividad portuaria en América Latina: Un análisis de eficiencia operativa*. *Revista Latinoamericana de Economía y Negocios*, 8(1), 25-42. <https://doi.org/10.31256/RLEN.2020.8.1>

UNCTAD. (2019). *Review of maritime transport 2019*. United Nations Conference on Trade and Development. <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2019>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.

BID. (2019). *Informe anual 2019: Avances y resultados en proyectos de infraestructura*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://www.iadb.org>

Jiménez, C., & Pérez, F. (2020). *Application of Lean principles in port logistics: A review of successful cases*. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 23(4), 452-469. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1751991>

Liker, J. K., & Meier, D. (2019). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

Rivera, J. L., & Gómez, L. M. (2021). *Lean methodologies in port logistics: Case studies in bulk cargo terminals*. *Journal of Logistics and Maritime Studies*, 13(2), 72-85.
<https://doi.org/10.1080/20421338.2021.1886927>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Transformación digital y automatización en los puertos de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
<https://www.cepal.org>

Cámara de Comercio de Guayaquil. (2023). *Informe sobre la competitividad y eficiencia de los puertos de Guayaquil*. Cámara de Comercio de Guayaquil.
<https://www.ccg.org.ec>

Orozco, L. J., & Peña, J. A. (2020). *Port competitiveness and operational efficiency: A case study of Latin American ports*. *Transport Policy and Economics Journal*, 18(4), 206-222. <https://doi.org/10.1016/j.transpol.2020.02.007>

Pérez, R., & Méndez, S. (2021). *The role of bulk cargo terminals in international trade: A case study of Ecuador's export growth*. *Latin American Journal of Maritime Economics*, 15(3), 132-145. <https://doi.org/10.1016/j.lajme.2021.05.004>

Fernández, J., & Ríos, A. (2021). *Optimizing port logistics: A study on bulk cargo handling*. *International Journal of Maritime Economics*, 29(2), 102-118.
<https://doi.org/10.1016/j.mar.2021.03.004>

García, S., & Sánchez, A. (2020). *Port logistics efficiency and the impact of operational challenges on service delivery*. *Journal of Shipping and Port Logistics*, 18(1), 78-92. <https://doi.org/10.1016/j.jspl.2020.02.007>

López, M., & Pérez, F. (2020). *Enhancing port operations through process standardization: A case study*. *Journal of Logistics Management*, 14(3), 65-80. <https://doi.org/10.1080/20421338.2020.1829290>

Rivera, J. L., & Gómez, L. M. (2021). *Lean methodologies in port logistics: Case studies in bulk cargo terminals*. *Journal of Logistics and Maritime Studies*, 13(2), 72-85. <https://doi.org/10.1080/20421338.2021.1886927>

Martínez, J., & Vargas, T. (2022). *Optimizing operational efficiency in Latin American ports: A case study of Guayaquil*. *Journal of Shipping and Logistics*, 19(4), 134-150. <https://doi.org/10.1016/j.jsl.2022.03.009>

Pallares, M., & González, F. (2022). *Logistics optimization in bulk cargo terminals: Challenges and solutions*. *Latin American Journal of Maritime Economics*, 18(2), 78-95. <https://doi.org/10.1016/j.lajme.2022.01.007>

Ramírez, A., & Ortega, R. (2021). *Improving operational processes in bulk terminals: A comprehensive review*. *Maritime Policy and Management*, 47(6), 512-529. <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1874782>

Rojas, F., & Díaz, M. (2021). *Lean principles in port logistics: A review of successful implementations. International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(1), 45-59. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1820147>

Sosa, V., & Hernández, J. (2020). *Challenges in the optimization of port operations: Case studies and lessons learned. Journal of Logistics and Maritime Studies*, 14(3), 102-118. <https://doi.org/10.1080/20421338.2020.1824542>

Valdés, G., & Gómez, L. (2021). *Enhancing port logistics with Lean methodologies: A case of successful applications. Maritime Economics & Logistics*, 22(4), 323-337. <https://doi.org/10.1057/s41278-021-00224-5>

Arias, J., & Pérez, R. (2021). *Optimizing operational processes in bulk cargo terminals: A case study of port logistics in Ecuador. Maritime Logistics and Transportation Journal*, 18(4), 195-208. <https://doi.org/10.1080/12345678.2021.1884956>

Cabrera, M., & Fernández, L. (2022). *The role of bulk cargo terminals in Latin American trade: Efficiency challenges and solutions. International Journal of Shipping and Port Logistics*, 34(3), 121-137. <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2022.105489>

López, A., & Gómez, L. (2020). *Efficiency in bulk cargo terminals: Operational and infrastructural challenges. Journal of Port and Logistics Management*, 21(2), 105-122. <https://doi.org/10.1016/j.jplm.2020.03.005>

Rodríguez, S., & Díaz, M. (2021). *Port competitiveness and operational improvements: A study on bulk cargo terminals in Ecuador*. *Latin American Journal of Transport and Logistics*, 22(1), 63-79. <https://doi.org/10.1016/j.lajtl.2021.04.003>

Atlassian. (2024). *Lean methodology: The basics of lean management*. <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/lean-methodology>

Ignasi Sayol. (2024). *Principios LEAN en la logística: optimización y eficiencia*. <https://www.ignasisayol.com/es/principios-lean-en-la-logistica-optimizacion-y-eficiencia>

Slimstock. (2024). *Lean logistics: A guide to efficient supply chains*. <https://www.slimstock.com/es/blog/lean-logistics>

OBS Business School. (2024). *Lean management methodology: Origins and principles*. <https://www.obsbusiness.school/blog/lean-management-metodologia-origenes-y-principios>

Beetrack. (2024). *Ejemplo de Value Stream Mapping (VSM) en logística*. <https://www.beetrack.com/es/blog/ejemplo-de-vsm>

Kaizen. (2024). *Guía definitiva de las 5S y su aplicación en el entorno laboral*. <https://kaizen.com/es/insights-es/guia-definitiva-5s-formacion>

Mecalux. (2024). *Método Kanban: Qué es y cómo implementarlo en la logística*. <https://www.mecalux.es/blog/metodo-kanban>

Alvear-Caguana, D. A., Loor-Suárez, D. A., & González-Rodríguez, L. K. (2024). Plan de Mejoras para los Procesos Operativos de Descarga de un Buque Granelero en el Terminal Portuario Andipuerto Guayaquil S.A. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*, 7(13). <https://reicomunicar.org/index.php/reicomunicar/article/view/290>

Lean Manufacturing 10. (2024). *Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo*. <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>

Asana. (2024). *¿Qué es la metodología Kanban y cómo funciona?* Recuperado de <https://asana.com/es/resources/what-is-kanban>

Kaizen. (2024). *Formación Kaizen: Mejora continua*. <https://kaizen.com/es/insights-es/formacion-kaizen-mejora-continua/>

Fractal. (2024). *¿Qué es el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y cómo implementarlo?* Recuperado de <https://www.fractal.com/es/guias-mantenimiento/que-es-el-tpm-mantenimiento-productivo-total-y-como-implementarlo?>

Smart River. (2023). *El Puerto de Rotterdam: Nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia operativa*. <https://smart-river.com/2023/02/el-puerto-de-rotterdam-nuevas-tecnologias>

Agenda Marítima. (2023). *Revolución digital, tecnología y eficiencia en la logística portuaria*. <https://www.agendamaritima.cl/digitalizacion-futuro-puerto-de-hamburgo/revolucion-digital-tecnologia-y-eficiencia-en-la-logistica-portuaria/1813824>

Simpliroute. (2023). *Lean logistics: Mejora de la eficiencia en la cadena de suministro*. <https://simpliroute.com/es/blog/lean-logistics>

Sumo Analytics. (2023). *Transformando puertos: Pronósticos impulsados por IA para eficiencia en el transporte marítimo*. <https://www.sumoanalytics.ai/es/post/transformando-puertos-pronosticos-impulsados-por-ia-para-eficiencia-en-el-transporte-maritimo>

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2021). *Programa Nacional de Desarrollo de Ecuador 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/>

Puerto Cartagena. (2023). *¿Es la sostenibilidad un valor en los puertos más eficientes del mundo?* https://puertocartagena.com/sites/default/files/2024-10/INFORME%20ODS_2022_compressed.pdf

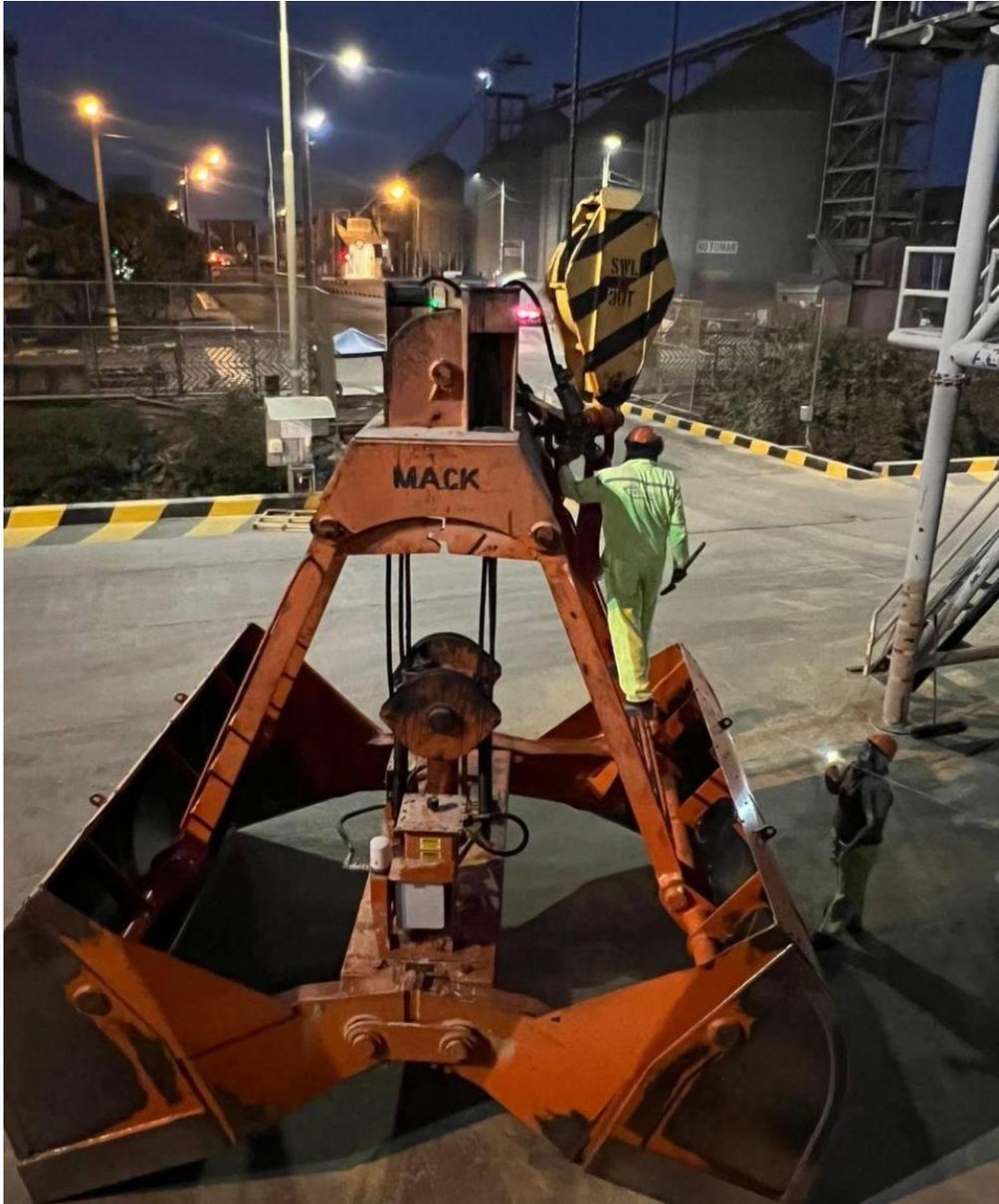
ANEXOS



Anexo 1. Maniobra de atraque en el muelle



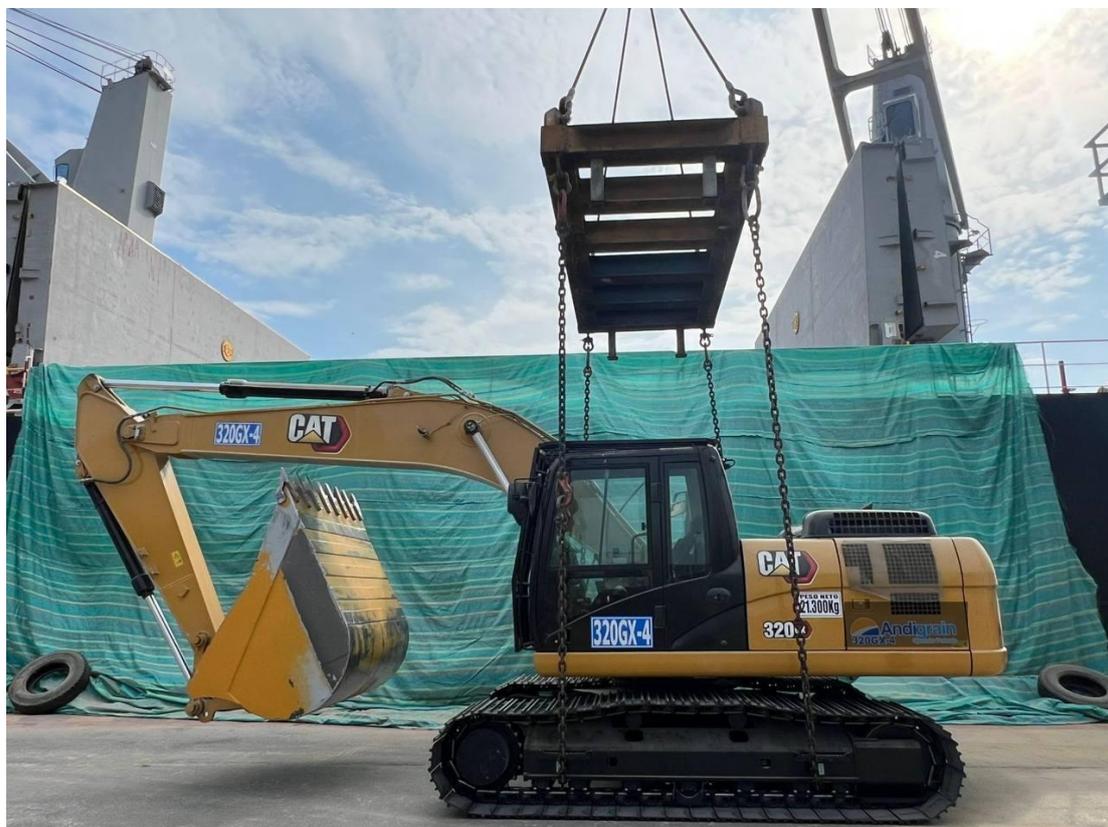
Anexo 2. Inicio de maniobra de descarga



Anexo 3. Proceso de instalación de la cuchara a la grúa



Anexo 4. Proceso de introducción de Cargador frontal al buque



Anexo 5. Proceso de introducción de retroexcavadora al buque



Anexo 6. Proceso de maquinaria introducida en el buque para arrume de carga mediante un Spreader



Anexo 7. Proceso de tolva siendo llenada por cuchara



Anexo 8. Proceso de pesaje del camión lleno de carga en la báscula



Anexo 9. Proceso de descarga de carga granel en almacenamiento



Anexo 10. Proceso de arrume de la carga a granel en almacén



Anexo 11. Proceso de barredora recogiendo residuos de la carga

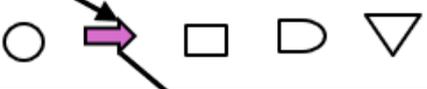
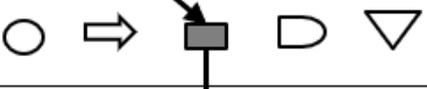
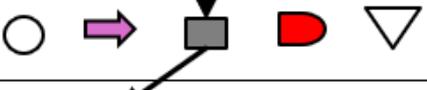
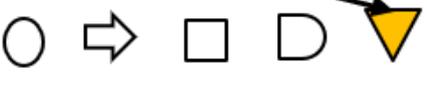


Anexo 12. Proceso de maquinaria pesada realizando apilamiento de la carga en almacén

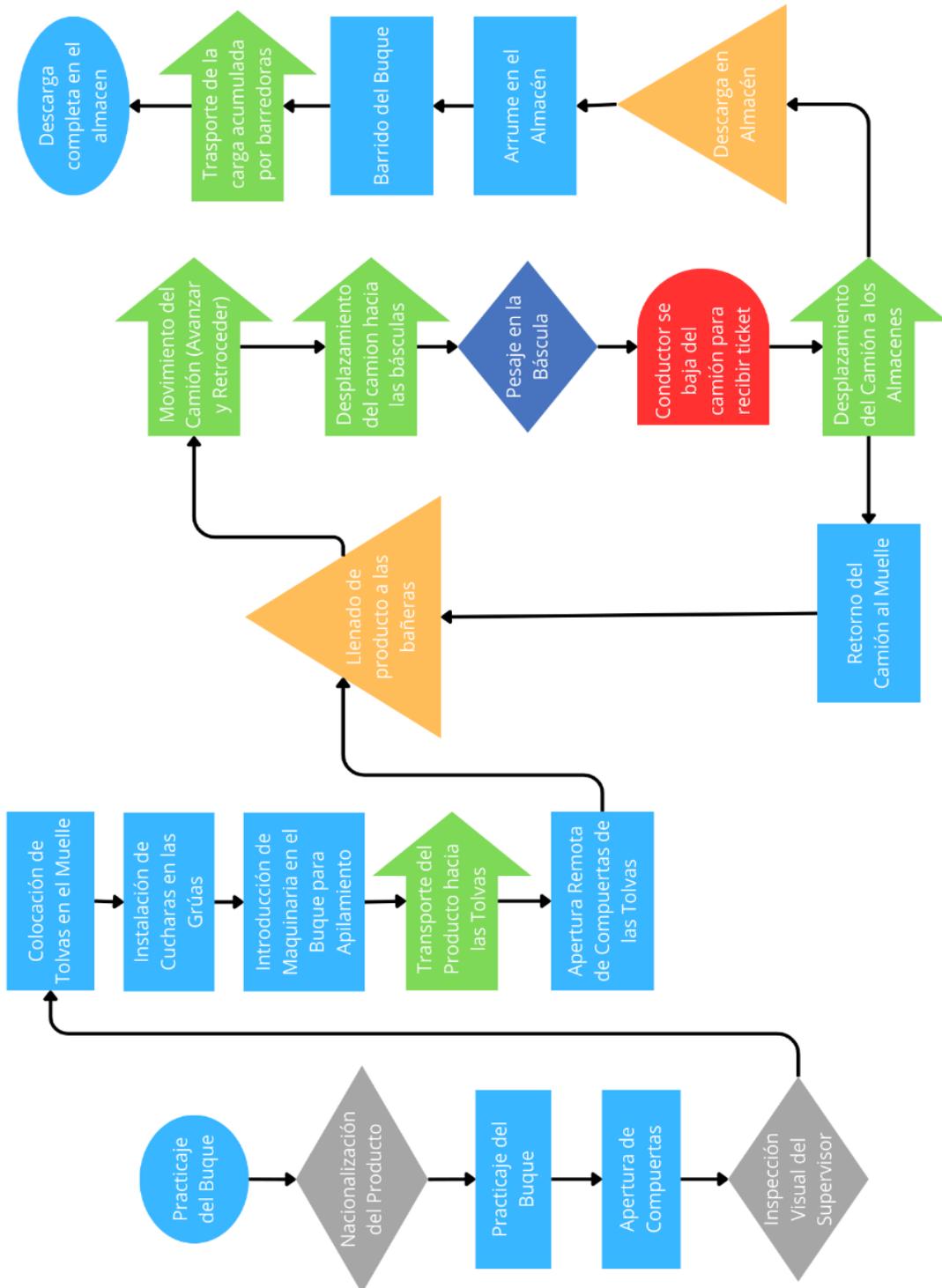
**TARIFARIO MÁXIMO DE SERVICIOS BÁSICOS
VIGENTE A PARTIR DE ABRIL 2024**

CODIGO	NOMENCLATURA	UNIDAD	USD/UNIDAD
1,0	Uso de Muelles		
1,1	Naves Graneleras	M. Esloza/Hora	1,45
1,2	Naves Bananeras	M. Esloza/Hora	1,45
1,3	Naves Multipropósito	M. Esloza/Hora	1,45
1,4	Amarre y/o desamarre	Unidad	79,69
2,0	Uso Infraestructura del Terminal por Tipo de Carga		
2,1	Desembarque		
2.1.1	Granos	Toneladas Métricas	2,99
2.1.2	Graneles Sólidos	Toneladas Métricas	2,99
2.1.3	Graneles Líquidos	Toneladas Métricas	2,99
2.1.4	General	Toneladas Métricas	5,05
2.1.5	Contenedores Llenos	TEU	73,05
2.1.6	Contenedores Vacíos	TEU	19,92
2,2	Embarque		
2.2.1	Granos	Toneladas Métricas	2,99
2.2.1	Graneles Sólidos	Toneladas Métricas	2,99
2.2.2	Graneles Líquidos	Toneladas Métricas	2,99
2.2.3	General	Toneladas Métricas	5,05
2.2.4	Contenedores Llenos	TEU	39,84
	Contenedores Vacíos	TEU	19,92
2,3	Estiba / Desestiba		
2.3.1	Granos	Toneladas Métricas	2,32
2.3.2	Graneles Sólidos	Toneladas Métricas	2,32
2.3.3	Graneles Líquidos	Toneladas Métricas	1,33
2.3.4	General	Toneladas Métricas	4,91
2.3.5	Carga Ensacada	Toneladas Métricas	6,24
2.3.6	Contenedores Llenos	TEU	66,40
2.3.7	Contenedores Vacíos	TEU	26,56
3,0	Carga IMO	25% RECARGO	
4,0	Almacenamiento	TM/M3 X DIA	
4,1	Carga Suelta Patios	TM/M3 X DIA	1,99
	Carga Suelta Bodegas	TM/M3 X DIA	3,98
4,2	Carga Homogenea Patios	TM/M3 X DIA	0,53
	Carga Homogenea Bodega	TM/M3 X DIA	1,99
4,3	Carga Ensacada Patios	TM/M3 X DIA	0,53
	Carga Ensacada Bodega	TM/M3 X DIA	1,06

Detalles del metodo	Operación	Transport	Controles	Esperas	Almacén	Distancia	Tiempo
Practicaje del Buque						100 mts	60 min
Nacionalización del Producto						0 mts	10 min
Apertura de Compuertas						0 mts	5 min
Inspección Visual del Supervisor						40 mts	10 min
Colocación de Tolvas en el Muelle						7 mts	10 min
Instalación de Cucharas en las Grúas						7 mts	15 min
Introducción de Maquinaria en el Buque para Apilamiento						15 mts	20 min
Transporte del Producto hacia las Tolvas						15 mts	5 min
Apertura Remota de Compuertas de las Tolvas						0 mts	1 min
Llenado de producto a las bañeras						0 mts	5 min

Movimiento del Camión (Avanzar y Retroceder)		3-5 mts	5 min
Desplazamiento del camión hacia las básculas		50 mts	5 min
Pesaje en la Báscula		0 mts	5 min
Conductor se baja del camión para recibir ticket		5 mts	3 min
Desplazamiento del Camión a los Almacenes		75-200 mts	10 min
Descarga en Almacén		10 mts	10 min
Arrume en el Almacén		15 mts	10 min
Retorno del Camión al Muelle		150-350 mts	10 min
Barrido del Buque		25 mts	25 min
Trasporte de la carga acumulada por barredoras		150-300 mts	10 min
Descarga completa en el almacen		5 mts	5 min

Anexo 14. Diagrama de flujo del proceso de descarga



Anexo 15. Flujoograma del proceso de descarga



Anexo 16. Descarga del buque #1, tipo de carga soya



Anexo 17. Descarga del buque #2, tipo de carga trigo



Anexo 18. Descarga del buque #3, tipo de carga gluten

Pregunta	Opción	Cantidad
Edad	Menos de 25 años	13
	25 - 34 años	17
	35 - 44 años	12
	45 - 54 años	6
	Más de 55 años	4
		52
Cargo	Operador de Grúas	10
	Operador de los Capacity/Bañeras	14
	Personal de Tolvas	12
	Conductores de Maquinaria pesada	4
	Personal de Mantenimiento	8
	Supervisores de turno	4
Tiempo de experiencia en el terminal	Menos de 6 meses	4
	6 meses - 1 año	12
	1 - 3 años	16
	Más de 3 años	20
		52
Tiempo trabajando en el proceso de descarga	Menos de 6 meses	5
	6 meses - 1 año	12
	1 - 3 años	20
	Más de 3 años	15
		52

Anexo 19. Resultados de encuesta "parte 1"

Pregunta	Opción	Cantidad
¿En su experiencia, los tiempos de descarga son adecuados para cumplir con las expectativas de los clientes?	Sí	32
	No	20
¿Ha notado que los camiones de volteo a menudo tienen que esperar para ser cargados o descargados?	Sí	38
	No	14
¿En qué medida considera que el proceso de carga y descarga está bien coordinado entre los operadores de grúas, los conductores de camiones y el personal de tolvas?	Muy mal coordinado	4
	Mal coordinado	8
	Moderadamente coordinado	12
	Bien coordinado	18
	Muy bien coordinado	10
¿Con qué frecuencia se presentan tiempos muertos o inactividad durante el proceso de descarga (por ejemplo, grúas esperando a los camiones o camiones esperando a ser cargados)?	Nunca	2
	Rara vez	5
	Ocasionalmente	15
	Frecuentemente	20
	Siempre	10

¿En su experiencia, hay fallas en los equipos que retrasan el proceso de descarga (grúas, cucharas, camiones, etc.)?	Sí	38
	No	14
¿Ha observado que la falta de mantenimiento de los equipos afecta la eficiencia en el proceso de descarga?	Sí	42
	No	10
¿Los trabajadores tienen que esperar por recursos (como grúas o camiones) antes de continuar con sus tareas?	Sí	36
	No	16
¿Hay suficiente comunicación entre el personal operativo para garantizar una descarga fluida?	Sí	30
	No	22
En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la eficiencia general del proceso de descarga en el terminal granelero?	1 - Muy ineficiente	2
	2 - Ineficiente	5
	3 - Moderadamente eficiente	15
	4 - Eficiente	20
	5 - Muy eficiente	10

Anexo 20. Resultados de encuesta "parte 2"