



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MODELO DE OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DE
TRANSPORTE DE CONTENEDORES EN LOS
TERMINALES PORTUARIOS, CALLAO 2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Forma: Artículo científico

Autor:

Ruben Abner Valverde Cordova

Asesor:

Mg. Ing. Campos Vásquez Neicer

<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima - Perú

2024

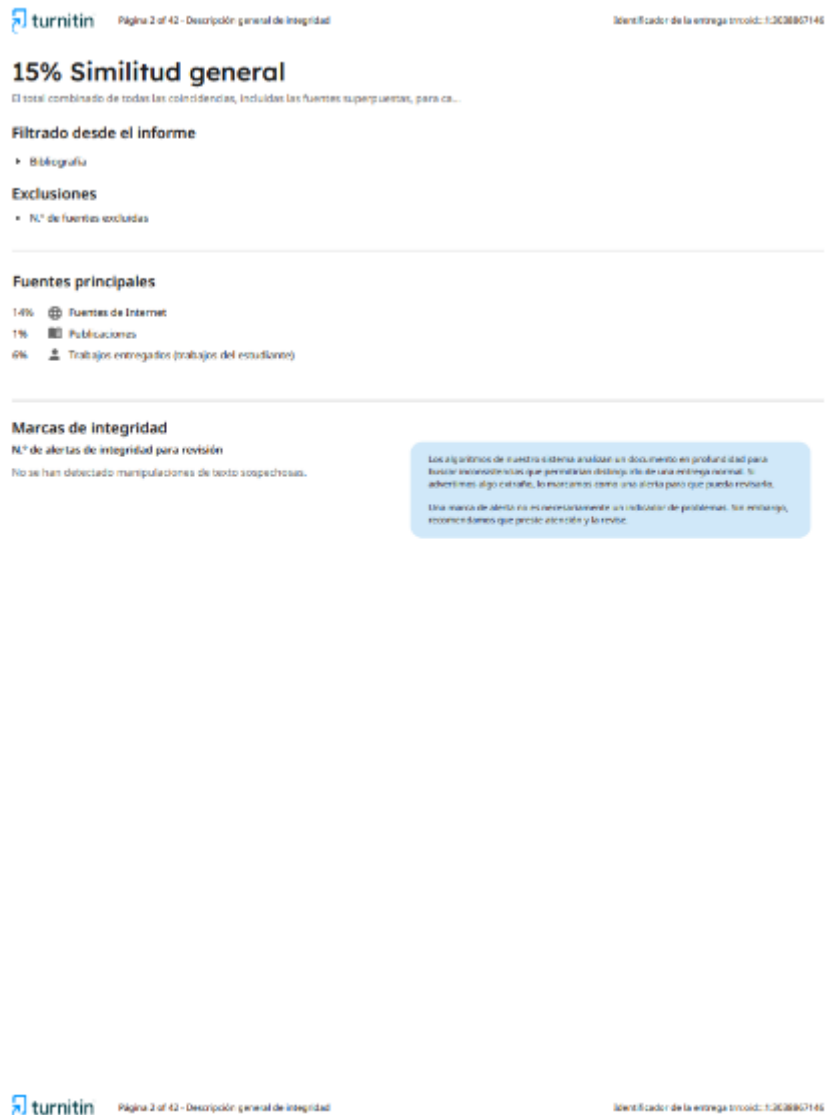
JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	RONALD ANTONIO ALVARADO OBESO
---------------------------	-------------------------------

Jurado 2	CESAR ENRIQUE SANTOS GONZALES
----------	-------------------------------

Jurado 3	NEICER CAMPOS VASQUEZ
----------	-----------------------

INFORME DE SIMILITUD



turnitin Página 2 of 42 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: 13C2B9C7146

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirle de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta pero que puede resolverse.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas, sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

turnitin Página 2 of 42 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: 13C2B9C7146

DEDICATORIA

Principalmente dedico mi tesis a Dios por darme la fortaleza para lograr este
objetivo. A mis padres por todo su amor y aliento para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

“Ustedes siempre han sido el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes siempre han estado a mi lado incluso en los días y noches más difíciles de mis estudios.

Siempre han sido los mejores guías de mi vida. Hoy, cuando culmino mi estudio, les dedico este logro mis queridos padres como meta cumplida me enorgullece elegirlos mis padres y tenerlos a mi lado en este momento tan importante. Gracias eternamente por creer en mí”

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	16
CAPÍTULO III: RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	34
REFERENCIAS	36

INDICE DE TABLAS

TABLA1 PORCENTAJE DE VARIACIÓN POR TERMINAL EN EL PERÚ	11
TABLA2 ECUACIONES DE BÚSQUEDA POR CADA BASE DE DATOS	16
TABLA3 PRINCIPALES PROBLEMAS DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE EN EL PUERTO DEL CALLAO	17
TABLA4 CONTENEDORES MOVILIZADOS EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO.....	21
TABLA5 INDICADORES PORTUARIOS	23
TABLA6 ESTADÍSTICA DE BÚSQUEDA POR AÑO Y REPOSITORIO 2017 – 2021	27
TABLA7 SALIDAS PROGRAMADAS DESDE EL PUERTO DE CALLAO, OCTUBRE 2022.	28
TABLA8 LLEGADAS PROGRAMADAS AL PUERTO DE CALLAO, OCTUBRE 2022.....	29
TABLA9 CONTENEDORES MOVILIZADOS EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO Y PAITA, FEBRERO 2022/2021	31

INDICE DE FIGURAS

FIGURA1 LUGARES DE ALTA CONGESTIÓN EL PUERTO DEL CALLAO ..	18
FIGURA2 PROCESO DE GENERACIÓN DEL CITAS	20
FIGURA3 CONSTRUCCIÓN Y ELECCIÓN DEL MODELO [18]	26
FIGURA4 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO Y PAITA QUE EMPLEARON GRÚAS PÓRTICO	32

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue proponer en la actualidad la aplicación de un modelo de optimización y control de transporte en el puerto del Callao, con ello evaluar los sistemas de gestión portuaria y los objetivos específicos fueron responder la pregunta de la investigación mediante la evaluación de posibles soluciones para poder mejorar la productividad del puerto del Callao y de las principales empresas de transporte que frecuentan al terminal portuario. Este análisis es realizado recurriendo a fuentes de información académicas, bajo la metodología de la revisión sistemática considerando bases de datos y como estrategia ecuaciones de búsqueda y criterios de inclusión y exclusión. Los resultados muestran que en la actualidad es fiable la implementación del proyecto, con ello el monitoreo constante es muy importante ya que ayuda a mantener el ritmo de trabajo y encontrar posibles soluciones a situaciones repentinas que se pueden presentar a lo largo del tiempo. La investigación en sistemas de gestión en los terminales portuarios y de transporte a nivel mundial está relacionada a: Logística, Gestión ambiental, gestión de riesgos, Gestión de inventarios y seguridad y salud ocupacional.

PALABRAS CLAVES: Logística, Transporte, Gestión, Terminal portuario.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha crecido mucho el ingreso y salida de contenedores en los terminales portuarios del Callao, lo cual si bien es un factor positivo para el incremento del PBI y la balanza comercial, también hay un déficit en identificar si los operadores portuarios en los últimos años contarán con la capacidad necesaria para el correcto servicio y manejo del transporte de los contenedores de sus clientes basándonos específicamente en los tiempos de entrega y devolución del mismo. [1]

El objetivo es mostrar y determinar el modelo de optimización y control de transporte de contenedores a terminales portuarios en el puerto del Callao que debe ser capaz de atender eficientemente todas las demandas del mercado interno (importación/ exportación) y del mercado regional (transbordo) pero por problemas de infraestructura, sistema y poco apoyo de las autoridades se ha convertido en un caos todas las avenidas principales del Callao.

Hoy recalcan en el Callao buques de hasta 10.000 TEUs. sin embargo, es muy probable que veamos barcos de hasta 14.000 TEUs en el año 2023 y 2024, lo que representa un aumento del 40 % en la capacidad de bodega. [2]

Los principales depósitos aduaneros de igual forma no cuentan con suficiente espacio y esto conlleva que no retiran sus contenedores en los plazos establecidos y recargan aún más al puerto del Callao.

TABLA 1

PORCENTAJE DE VARIACIÓN POR TERMINAL EN EL PERÚ

Terminales Portuarios	Ene - Jun 2020	Ene - Jun 2021	Verificación % Ene - Jun 2021/2020
T Zona Sur Callao - DPWC	629,943	755,166	19.90%
TNM Callao - APMTC	409,400	499,117	21.90%
TP Paita -TPE	131,212	144,115	9.80%
TP Matarani - TISUR	7,629	7,761	1.70%
TP General San Martin - PARACAS	8,634	6,545	-24.20%
TP Pucallpa - LPO	692	4,187	505.10%
TP Io - ENAPU	6,194	1,210	-80.50%
TP Yurimaguas - CAPAM	244	182	-25.40%
TP Salaverry - STI		22	
TP Chimbote -GR	12		-100%
TOTAL, TEUs	1,193,960	1,418,305	18.80%

Nota. Fuente: Autoridad Portuaria del Perú.

La realidad problemática en la actualidad el tema de transporte de contenedores en el callao es un problema para muchas empresas, ya sea por temas de congestión vehicular (hora punta), muchas horas de manejo del conductor, falta de estacionamientos, escasos de conductores, falta de depósitos aduaneros, problemas de infraestructura, terminales portuarios colapsados, problemas de comunicación, Cualquiera que sea el problema toda empresa trabaja con terminales portuarios y lo que se busca es seguir modelos de mejora para guiarse y optimizar al máximo el traslado de los contenedores, para ello podemos

ayudarnos de la tecnología para poder programar, monitorear y hacer seguimiento de todas las unidades con la finalidad de que se culmine el trabajo según lo planificado. [3]

Gran congestión vehicular se forma en las vías de acceso al puerto para el transporte pesado, lo cual ocasiona el incremento en los tiempos de demora y por consiguiente sobrecostos para el cliente de hasta 80 USD por contenedor [4]

Es muy preocupante que las autoridades no expongan proyectos para la mejora de infraestructura de las vías con la debida urgencia que se necesita para poder conectar al puerto del callao con la av. Néstor gambeta y luego una vía directo con la carretera panamericana, sin atravesar zonas urbanas como Ventanilla, Puente Piedra u otros distritos al norte de Lima.

Los antecedentes obtenidos sobre la implementación de un nuevo modelo de gestión en el campo de maniobras en un terminal portuario en el Perú enfocado en la disminución de la congestión de camiones y las herramientas de diagnóstico para las operaciones del terminal, titulado “Diagnóstico y propuesta de mejora en el proceso de recepción y despacho de contenedores del terminal portuario”. Para ello, se recopilaron datos sobre las capacidades, tiempos de demoras y recursos disponibles dentro del establecimiento.

En cuanto a la implementación teórica, se empleó de ejemplo el sistema de administración de colas multiservicio del terminal de New Jersey. Los resultados del análisis bajo el nuevo modelo fueron positivos, con un amplio margen de mejora en la productividad, los costos y la eficiencia en el uso correcto de los recursos. [5]

El escenario que rodea a la cadena de suministro continúa empeorando, exacerbados por niveles más altos de congestión portuaria y retrasos en los envíos en los Puertos de Shanghái y en otras partes de China debido a los bloqueos por Covid-19.

Junto con las aglomeraciones en curso en las entidades portuarias de otras partes del mundo y las bajas tarifas de retorno a Asia, la demanda de contenedores supera con creces la capacidad

La congestión portuaria en Shanghái mostró signos de alivio en mayo, ya que el tráfico se desvió a puertos alternativos en el norte y el sur de China. Sin embargo, los niveles generales de congestión siguen siendo altos y se observan colas de embarcaciones más largas en puertos alternativos como Tianjin y Zhoushan [6].

Al analizar el rol de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el desarrollo de la logística portuaria de América Latina. El trabajo forma parte de las actividades que la Unidad implementa en el proyecto: “Transporte Sostenible en Iberoamérica” financiado por Puertos del Estado de España.

Los puertos son por definición un nodo intermodal que conecta el transporte internacional con el transporte interno, lo que, en el caso particular de América Latina y el Caribe, implica conectar el transporte marítimo altamente tecnológico con el transporte terrestre que, en la mayoría de los casos, está atomizado, cuenta con equipos obsoletos y tarifas de sobrevivencia que no les permiten invertir en tecnología y mejores servicios. Esta situación dispar, representa un enorme desafío para las autoridades sectoriales, ya que cada vez más la competitividad de los puertos depende de la interconexión con el hinterland y los servicios logísticos que provee. Es por ello por lo que, junto con resolver los temas de

Infraestructura, se debe mejorar la conexión del puerto con su territorio, iniciando en primer término una adecuada asociatividad entre los participantes de la cadena logística, con el fin de aunar objetivos y disponer de un diagnóstico claro de los desafíos y problemas que se deben resolver conjuntamente y dónde la introducción de nuevas tecnologías puede actuar como facilitador del proceso. [7]

La idea del estudio se enfoca en el tiempo y los recursos empleados por la empresa para trasladar regularmente los contenedores entre las diferentes zonas antes de ser despachados. Todos estos costos son asumidos en su integridad por el terminal (combustible de las grúas que movilizan los contenedores, del personal involucrado, costos de la utilización de zona en piso, entre otros). También se menciona que la empresa no cuenta con un software de localización de operaciones, lo que dificulta el control y mapeo de las unidades dentro del patio. Es por ello, por lo que muchos de los procesos detallados son bastante manuales e implican un personal constantemente en el patio revisando los estados de los contenedores de acuerdo al booking obtenido.

Por otro lado, el autor hace énfasis en la calidad, puesto que impacta de manera directa en la percepción del cliente. La entrega del contenedor debe haber pasado procesos previos a su carga. Por ejemplo, en el caso de los contenedores dry o secos, estos trabajos incluyen la inspección de la caja, clasificación de la unidad, reparación, reacondicionado interno, lavado e incluso forrados internos para productos especiales. Por su lado, para los contenedores reefer, el proceso puede ser aún más complejo, ya que además de los trabajos

relacionados a la caja, su limpieza, pruebas de estanqueidad, acondicionamiento de tecnologías, reparaciones, actualizaciones de software, manipuleo de los indicadores de acuerdo con los parámetros del booking y producto, entre otros. En último lugar, se

menciona al control en la disponibilidad de contenedores, puesto que los quiebres de stock producirían un efecto contrario al buscado en la mejora del tiempo de entrega, incremento del nivel de servicio y percepción de los clientes. Por lo tanto, la cantidad de contenedores en inventario debe estar de acuerdo con el requerimiento, los costos y el espacio disponible para su almacenamiento, así como al de la demanda proyectada. [8]

Es muy importante resaltar lo que indican los especialistas con respecto a la productividad de las unidades de transporte pesada, si antes un camión daba entre tres y cuatro vueltas por día para transportar carga desde y hacia el puerto, “hoy en promedio da una vuelta y media, debido a la congestión”. [9]

En la investigación se busca responder de manera clara y concisa ¿Cuál es el Modelo de Optimización y Control de Transporte de Contenedores en los Terminales Portuarios, Callao 2022?

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

En la investigación del proyecto se utilizó la metodología de la revisión sistemática de la literatura científica, con ello se logró recopilar más información para tener un mejor panorama sobre el tema elegido.

TABLA 2

ECUACIONES DE BÚSQUEDA POR CADA BASE DE DATOS

N°	BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BUSQUEDA
1	Taylor & Francis	"Terminal portuario callao"+ "Transporte"
2	Taylor & Francis	"Transporte marítimo" AND "Logística"
3	IOPSCIENCE	"Puerto del Callao" + "Congestión"
4	Google Académico	"Terminal del callao" + "Tráfico"
5	SCIELO	"Transporte pesado" + "Callao"
6	SCIELO	"Sistema de Gestión" AND "Transporte"

Fuente: Elaboración propia.

Según la encuesta realiza a tres principales empresas de transporte que trabajan directamente con los terminales portuarios en el callao se evidenció diez problemas principales que hasta el momento no se ha podido solucionar, las empresas T. HYN, T. Gamarra, T. Pluma de Oro trabajan en todo el proceso logístico como importaciones, exportaciones, devoluciones de contenedores vacíos, retiro de carga suelta, de reefer, entre otros.

TABLA3

PRINCIPALES PROBLEMAS DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE EN EL PUERTO DEL CALLAO

N°	Principales Problemas en el Puerto del Callao	Empresas de Transportes
1	Tráfico de Unidades	T. HYN
2	Demora en el Despacho	T. HYN
3	Demora en la Recepción	T. HYN
4	Falla Mecánica	T. Gamarra
5	Falta de Cita	T. Gamarra
6	Grúa Malogrado	T. Gamarra
7	Choque de Unidades	T. Pluma de Oro
8	Falla de Sistema	T. Pluma de Oro
9	Vencimiento de citas	T. Pluma de Oro
10	Robos	T. Pluma de Oro

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

N° 01. Tráfico de unidades. Es de conocimiento que la congestión de unidades para ingreso al puerto del callao cada día se vuelve más caótico, solamente para que un carro pueda ingresar a cargar o descargar un contenedor se toma 9 horas aproximadamente en situaciones extremas, la fila de unidades de Apm Terminals va desde la av. Atalaya hasta el túnel de av. Néstor Gambeta y para el ingreso a Dp World va desde Manco Capac hasta la base naval de la av. Néstor Gambeta obstaculizando el libre tránsito de las unidades urbanas que trasladan a los usuarios diariamente. [10]

FIGURA 1

LUGARES DE ALTA CONGESTIÓN EL PUERTO DEL



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Nº2 Demora en el Despacho. Principalmente la demora se origina en el muelle norte del puerto del callao, aproximadamente 1400 camiones no son atendidos a tiempo en el terminal y esto genera anualmente un sobrecosto de 931 millones de soles que afecta directamente al comercio exterior. [11]

Las medidas tomadas para solucionar la realidad problemática han sido varias, como prolongar la tolerancia de las citas, pero esta alternativa solo genera aún más el tráfico de unidades en el puerto, la demora de igual manera se genera cuando las responsables de la recepción de los contenedores no lo tienen debidamente identificados y demoran varias horas en ubicarlos.

Nº3 Demora en la Recepción. La recepción de contenedores vacíos y llenos es otro factor a tener en cuenta, la demora inicia cuando la mayoría de las empresas de transporte no llevan los documentos completos para una recepción rápida, si el encargado de la recepción encuentra una observación envía un correo a la empresa de transporte y la unidad

tiene que esperar todo el tiempo necesario hasta que envíen el documento faltante o levanten la observación. En ocasiones no se logra solucionar el problema y la unidad tienen que retirarse del puerto y volver hacer cola para entregar el contenedor y todo esto genera una pérdida de tiempo y recursos. [12]

Nº4 Falla Mecánica. La mayoría de las empresas de transporte presenta este inconveniente a menudo, a pesar de los esfuerzos que realizan para que sus unidades estén al día con el tema del mantenimiento se presentan ocasiones donde las unidades se quedan varadas dentro del puerto, esto genera que se realice todo un tema logístico para que se realice el auxilio mecánico, algunas empresas cuentan con recursos propios para dar el auxilio mecánico pero algunos tienen que contratar y esto genera demora en las operaciones del puerto del callao.

Nº5 Falta de Citas. El problema del sistema es otro punto muy importante, ya que cuando se requiere agendar citas en muchas ocasiones no se encuentran y esto dificulta el retiro de los contenedores, en caso de no encontrar citas en la plataforma se tiene que enviar correo solicitándolas y la respuesta del terminal no es inmediata, de igual manera si las citas vencen cuando las unidades están en cola para el ingreso al puerto, se tiene que solicitar la renovación de citas y en muchas ocasiones no se encuentra en la hora requerida y las unidades tienen que esperar que llegue la hora de su cita para que puedan ingresar, todo lo mencionado retrasa las operaciones tanto del terminal portuario como del cliente. [13]

FIGURA2

PROCESO DE GENERACIÓN DEL CITAS



Nota. Fuente: Plataforma de APM Terminals.

Nº 06. Grúa malograda: Vemos que el colapso de una grúa en los puertos es un incidente que desencadena muchas pérdidas, el cual finalmente se ve afectado en los costos por reparación: Un incidente de esta magnitud supone hacer frente a la reparación o reemplazo tanto de la propia grúa como del equipamiento portuario, un incidente de este tipo inutilizará el espacio de atraque durante el tiempo que duren las reparaciones suponiendo un coste significativo para el puerto. El coste humano, por último, supone un riesgo de primer nivel para los profesionales que trabajan en el puerto, desde los mismos operadores de grúa hasta la tripulación del barco. [14]

En la tabla N° 1, se presenta el movimiento de contenedores mensual del terminal portuario de Callao que emplearon grúas pórtico, correspondiente al periodo de enero 2020 a marzo 2021. La participación del total del movimiento de contenedores que emplearon grúas pórtico en los terminales portuarios del Callao representa una participación: 60.4% en el Muelle Sur, administrado por DPWC, y el 39.6% por TNM Callao, administrado por APMTC. [15]

TABLA4

CONTENEDORES MOVILIZADOS EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO

Terminal Portuario	TEUS		Variación
	Mar-21	Mar-20	
TP Callao	212144	176564	20.2%
Emplean grúas pórtico de muelle	212027	176246	20.3%
TNM Callao - APMTC	83932	71706	17.1%
TP Muelle de contenedores -DPWC	128095	104540	22.5%
Sin emplear grúas pórtico de muelle	117	318	-63.2%
TNM Callao - APMTC	117	318	-63.2%

N  07. Choque de unidades: Hoy en día los choques y las malas prácticas parten desde los choferes quienes son los responsables de una buena ejecución y traslado de los contenedores hasta que llegue bien la carga a su destino, a continuación, verán un hecho real:

El vehículo de carga pesada de placa C8L-926, que pertenece a la empresa de transportes Pluma de Oro SAC., se volte  luego de que el conductor realizara una mala maniobra, según testigos, esto provocó que el container que transportaba se cayera e hiciera voltear la cabina del chofer. Como consecuencia, termin  encima de otro tráiler que circulaba por la misma avenida. Hasta el lugar llegó una grúa para remolcar el vehículo de carga pesada y liberar la vía con sentido a la avenida Elmer Faucett y Néstor gambeta. Asimismo, personal policial arribó al lugar para alejar a vecinos y curiosos. Pobladores piden

mayor seguridad, ya que no sería la primera vez que ocurre un hecho similar con unidades de este tipo. [16]

N° 08. Fallas de Sistema Portuario: La empresa Apm Terminal cuenta con diferentes sistemas que ayudan a llevar el control y trazabilidad de la carga, una de ellas es el sistema MOST el cual facilita el registro de la carga y verificación de los mismos en tiempo real, las fallas de sistemas son algo que no debe pasar, ya que generan grandes retrasos en la distribución y programación de despachos de los contenedores y de carga general, algunos de los principales causas de falla en el sistema son el falta de mantenimiento, falta de energía y la poca señal de internet. Es fundamental el adecuado funcionamiento del sistema ya que facilita la programación de las rutas con anticipación, indicando las horas y los destinos asignados, de igual manera ayuda al control y fácil ubicación de contenedores en el patio para su respectivo despacho.

N° 09. Vencimientos de citas. El ingreso al terminal por parte de los transportistas es a través de las citas, estas cuentan con una tolerancia de 2 horas adicionales desde la hora asignada para su respectivo ingreso al terminal, en muchas ocasiones no es suficiente por el motivo del tráfico o problemas externos de las empresas de transporte, esto genera un costo alto por las citas vencidas según el tarifario.

Alguna de las normas que establece DP World Callao es que no cobrará una penalidad en el caso de cancelaciones de citas con previa anticipación, de igual manera la revisión de documentos y la identificación del chofer, la placa del tracto y de la plataforma para el ingreso al puerto contribuyen con la demora y posterior vencimiento de las citas registrada en el portal para el retiro de la carga.

Nº 10. Robos en las rutas: Los empresarios de transporte de carga pesada que operan en el terminal portuario del Callao son blancos a diario de organizaciones criminales. Al mes un promedio de 124 asaltos a tráileres se produce en las principales avenidas chalacas, denunció Geovani Diez, gerente general de la Unión Nacional de Transportistas del Callao. El empresario señaló que si bien los atracos se han reducido en el primer puerto (de 47 a 31 a la semana), estos han aumentado en los distritos vecinos como San Martín de Porres. Manifestó que los delincuentes aprovechan la congestión vehicular que se registra en las avenidas principales del callao, En tanto, por las noches, los ataques son más violentos en la avenida Néstor Gambetta y en el cruce de Morales Duárez y Faucett.

El empresario también advirtió que se han detectado mafias dentro y fuera del terminal portuario. "Hay agentes de aduanas que están coludidos con las bandas delincuenciales. de esta manera, los asaltantes saben en qué momento llegan los cargamentos y a qué hora salen", denunció Geovani Diez. [17]

Relación de los indicadores más comunes que se utilizan en la operativa portuaria:

TABLA5

INDICADORES PORTUARIOS

Tiempo de espera/tiempo de servicio > 10% es inaceptable (buques)
Índice de ocupación de atraques: entre un 35% y un 70%. Para mayores índices de ocupación los tiempos de espera son importantes (metros por horas ocupadas/metros por horas disponibles)
Rendimiento grúa y rendimiento buque

Rendimiento de máquina (para la transferencia de puerta)
Tiempo de servicio por camión < 30 minutos
Disponibilidad de equipo (Availability) >90%
Capacidad de explanada, máximo a un 75%
Rotación del inventario de contenedores
Rotación de los metros lineales de muelle
Índices de calidad: robo, confiabilidad, etc.
Índice de utilización de equipo
Índice de utilización de manos >80%
Índices financieros: ingreso por TEU, etc.
Tiempo total de averías
Número de Movimientos Medio Entre Averías. MMBF (Mean Move Between Failure)
Tiempo Medio de Reparación MTTR (Mean Time To Repair) • Objetivo MMBF > 1500 movs.
Demanda de Mantenimiento MD (Maintenance Demand). Indica cuantas horas de mantenimiento y reparación son necesarias para producir 1000 movimientos
Análisis de la distancia óptima y ciclo de máquina.
Determinación del número de máquinas Asumiendo una distancia de posicionamiento d_p , dentro de bloque, constante para cualquier recorrido e igual a la distancia entre el centro de gravedad del bloque y cualquiera de sus lados de acceso, tendremos que la distancia óptima será la que iguale el rendimiento de grúa con el del número de máquinas asignado:
El tiempo medio por ciclo de máquina será,
$T = d/v$

siendo V la velocidad media durante el ciclo, la frecuencia de la máquina será,

$$FV=1/T=V/D \quad \text{Ecuación 3-1}$$

Entonces la frecuencia de trabajo de grúa para el rendimiento óptimo será,

$$FG = n \cdot FV \quad \text{Ecuación 3-2}$$

Tipos de modelos y variables

Modelo macroscópico: Estudia el tráfico como un flujo continuo que se rige por unas leyes propias.

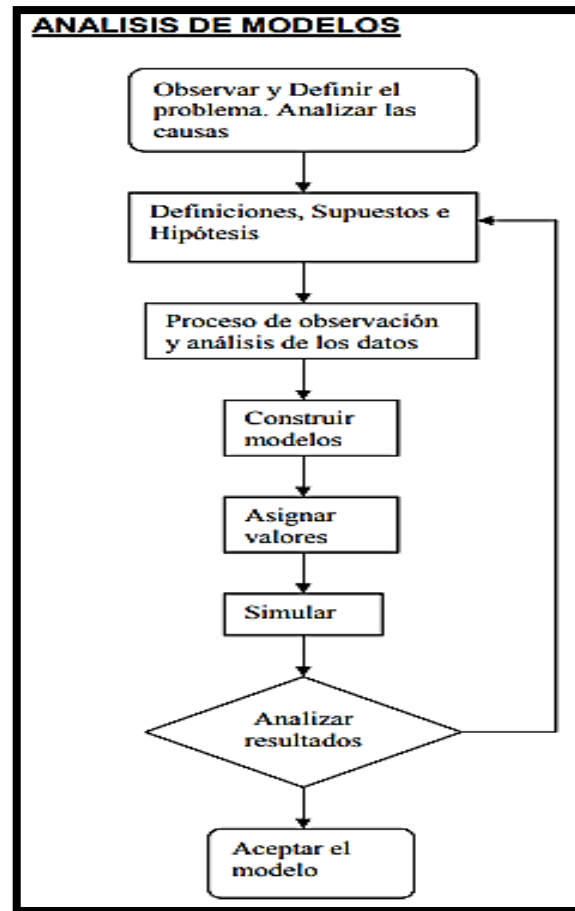
Este modelo presenta una mayor facilidad en la obtención de datos (Intensidad, Densidad, Velocidad). 10 Gardeta, G.J. Elementos de Ingeniería del Tráfico. 3ª ed.

Madrid: Colegio de Ing. de Caminos Canales y Puertos, 1995

Modelo microscópico: Se crean modelos observando el comportamiento de los vehículos individualmente. El conjunto se obtiene integrando los componentes individuales.

FIGURA3

CONSTRUCCIÓN Y ELECCIÓN DEL MODELO [18]



Para los criterios de inclusión en la selección de trabajos de investigación se tuvo en cuenta informes que permitan brindarnos un alcance de las características del tema elegido y se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Se buscó específicamente trabajos similares al tema elegido de la investigación, que la información se base en los últimos 5 años y que contengan información referente al control interno las empresas de transportes y que describan la problemática.

Para los criterios de exclusión se tomaron en cuenta las siguientes características.

Artículos que discrepen de nuestros objetivos propuestos en nuestra investigación e información de tesis, monografías y cualquier dato relevante que no se encuentre en las bases de datos y artículos que contengan más de 20 páginas.

TABLA6

ESTADÍSTICA DE BÚSQUEDA POR AÑO Y REPOSITORIO 2017 – 2021

Motor de Búsqueda	Año				
	2017	2018	2019	2020	2021
Taylor & Francis	2	1		2	1
IOPSCIENCE			1		1
Google Académico	2	1		1	
SCIELO	1		1		1
TOTAL	5	2	2	3	3

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En la investigación se busca responder de manera clara y concisa ¿Cuál sería Modelo de Optimización y Control de Transporte de Contenedores a Terminales Portuarios, Callao 2022?

El modelo de optimización y control de transporte de contenedores a terminales portuarios se basa al conjunto de procesos que se optimizan en la transferencia y almacenamiento temporal de los contenedores, estas operaciones se pueden dividir para diseñar un buen plan mejorando así las transiciones del transporte para que puedan tener un mejor plan de punto de salida y llegada. La evolución de las Terminales y normalización del Contenedor, Transporte Combinado, Infraestructuras, la Investigación de Operaciones como herramienta para la creación de modelos y los diferentes estudios realizados sobre terminales de contenedores en función del método, alcance y objetivo.

TABLA 7

SALIDAS PROGRAMADAS DESDE EL PUERTO DE CALLAO, OCTUBRE 2022

Nombre del barco	Número de viaje	Fecha de salida (aprox)	Fecha límite de documentos	Fecha límite
MOL CREATION	075W	03 oct./2022	28 sep./2022	28 sep./2022
MOL CREATION	075W	10 oct./2022	05 oct./2022	05 oct./2022
MOL CREATION	075W	17 oct./2022	12 oct./2022	12 oct./2022

Nota. Fuente: iContainers.

TABLA 8

LLEGADAS PROGRAMADAS AL PUERTO DE CALLAO, OCTUBRE 2022

Nombre del barco	Número de viaje	Fecha de llegada (estimada)
ALS JUNO	039N HLCU	03 oct./2022
ALS JUNO	039N HLCU	10 oct./2022
ALS JUNO	039N HLCU	17 oct./2022

Nota. Fuente: iContainers.

Tras analizar los datos cuantitativos y estadísticos que existente referente a los modelos de planeamiento en los terminales y depósitos de contenedores vacíos, se puede afirmar que sí existe una correlación elevada entre ambas variables, lo cual mantiene coherencia frente a la relevancia de la correcta administración de los contenedores como activos de las líneas navieras. Para ello, la distribución del layout, así como los criterios de segregación de cada línea naviera (todas mantienen comportamientos de demanda distintos, ya que cada línea tiene un mercado y estrategias diferentes), deben ser planificados correctamente; de lo contrario, se evidenciarán ineficientes operativas y posibles incumplimientos de los requerimientos internos (posicionamientos) o externos (de clientes primarios o terciarios).

La iteración para llegar a una precisión de unidad de TEU. Es indudable la eficiencia y rapidez de este método, el único problema que se puede presentar es que la naturaleza de la función dificulte el cálculo de la derivada. Por último, haremos la misma

prueba de velocidad y convergencia con el método de la Secante modificado. Es interesante analizar este método dado que en algunas ecuaciones es algo engorroso el cálculo de la primera derivada y la aproximamos mediante una diferencia dividida finita regresiva.

Con relación a este segmento, se buscó información de los representantes de las empresas concesionarias de los terminales portuarios del Callao. Los ejecutivos cuentan con más de 10 años de experiencia en temas de Logística Internacional. En las siguientes líneas detallaremos sus comentarios sobre las categorías seleccionadas. Con la información especifican el antes y después del puerto del Callao; puerto que estaba administrado por la empresa estatal ENAPU y no contaba con infraestructura adecuada como grúas pórtico ni calado suficiente para atender buques portacontenedores.

Por ello, la concesión era un mecanismo para generar todas las mejoras necesarias dentro del puerto; sin embargo, con la inversión realizada en el Perú ha venido mejorando en su economía y eso ha favorecido el comercio exterior. Los volúmenes de carga se han duplicado en los últimos 10 años y este solo se ha podido afrontar gracias a las inversiones realizadas

El terminal portuario es una variable muy importante para ejercer las operaciones de comercio exterior, sin su avance y modernización el país no es atractivo ante la comunidad internacional. También, beneficia a los exportadores e importadores y todos los operadores que giran alrededor de ello. Con el transcurso de los años, los puertos han

sido concesionados en momentos diferentes. Hoy por hoy la infraestructura portuaria del Callao, principal puerto del país es considerada adecuada para atender a las naves que recalán, y ha logrado enfrentar el crecimiento del país, y todavía existen fases de concesión por concluir que garantizan mejoras en el puerto. Cabe mencionar que los contratos de concesión son supervisados por OSITRAN, el cual vigila la productividad e implementación de la infraestructura.

Para evaluar la eficiencia en la logística de comercio exterior es importante tener en cuenta las variables de costos y tiempos. Sin embargo, existen otros elementos que también son importantes como la ubicación de los centros de distribución del usuario final, el volumen y frecuencia de carga movilizada. Estos elementos ayudan al importador a elegir una ruta logística eficiente. Actualmente, el 90% de las importaciones son descargadas en el puerto del Callao. Los entrevistados confirmaron que los terminales portuarios concesionados del Callao están en la capacidad de atender la actual carga movilizada, así como para enfrentar el crecimiento del comercio exterior peruano. [19]

TABLA9

CONTENEDORES MOVILIZADOS EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO Y PAITA, FEBRERO 2022/2021

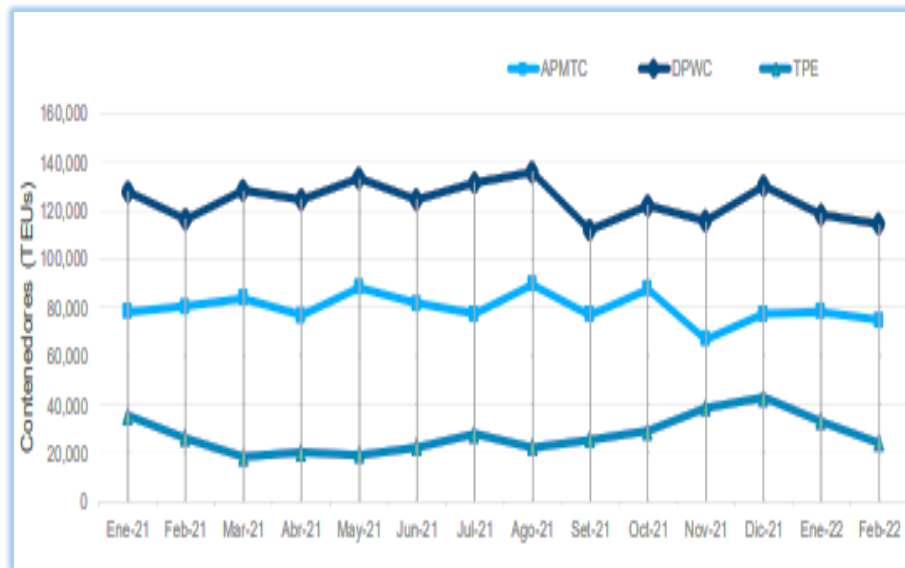
Terminal Portuario	TEUS		
	Feb- 22	Feb- 21	Variación %
Terminal Portuario de Callao	189,058	197,702	-4.4%
Emplean grúas pórtico de muelle	188,892	197,107	-4.2%

Terminal Norte Multipropósito del puerto del Callao - APMTC	74,681	80,548	-7.3%
Terminal Portuario Muelle de contenedores -DPWC	114,211	116,559	-2.0%
Sin emplear grúas pórtico de muelle	166	595	-72.1%
Terminal Norte Multipropósito del puerto del Callao - APMTC	166	595	-72.1%
Terminal Portuario de Paita	24,097	26,558	-9.3%
Emplean grúas pórtico de muelle	24,097	26,032	-7.4%
Sin emplear grúas pórtico de muelle	0	526	-

Nota. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

FIGURA4

MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN LOS TERMINALES PORTUARIOS DEL CALLAO Y PAITA QUE EMPLEARON GRÚAS PÓRTICO



Nota. Fuente: Apmtc, Dpwc y Tpe.

El eslabón de la cadena representa el 4.5% del total de costos de la logística internacional y cuyas tarifas portuarias son reguladas por OSITRAN. Sin embargo, los

servicios ofertados por diferentes actores fuera del puerto tienen tarifas que se rigen por la oferta y la demanda. Es en esta parte de la cadena logística de comercio exterior en donde el importador demuestra su capacidad y calidad como operador, pudiendo optimizar sus tiempos de acuerdo con la capacidad interna y el poder de negociación que tenga su empresa.

La infraestructura portuaria es un elemento importante para garantizar que buques portacontenedores recalen en un puerto. La presencia de equipos como grúas pórtico para la carga y descarga garantizan una reducción de tiempo de espera del buque en el puerto. La línea naviera busca tener bajos costos operativos en puerto para que sus tarifas de fletes sean competitivas, y una forma de garantizarlo es contando con infraestructura portuaria moderna. [20]

Las líneas navieras juegan un papel importante dentro del comercio internacional. Un puerto nuevo es atractivo si cuenta con una frecuencia constante de líneas navieras. Los operadores de comercio exterior como los dueños de la carga direccionan su mercancía a un puerto que garantice la llegada de naves para el traslado.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

La investigación enfrentó desafíos comunes, como la gestión del tiempo y la disponibilidad de información sensible, que son inherentes a cualquier estudio. Se abordaron estos obstáculos mediante la creación de un cronograma realista y la priorización de la colaboración efectiva con la empresa para garantizar tanto la recopilación de datos como el tiempo necesario para el análisis. La obtención del consentimiento adecuado en situaciones que involucraban información confidencial fue esencial, destacando la importancia ética en la investigación.

En posteriores investigaciones analizar y medir el clima laboral y motivación de los trabajadores. Para poder mantener las mejoras implementadas, dado que dependen en gran porcentaje del factor humano.

Para poder tener un mejor seguimiento y orden dentro de todos los procesos de entrega y recojo de contenedores, se debe considerar la implementación de un sistema de gestión de transporte. En esta investigación pueden ser utilizados como punto de partida.

Después de la implementación, con el ahorro obtenido y con el crecimiento proyectado que tiene el proceso, se debe considerar la contratación de un supervisor de control de rutas para extender la aplicación de estas a las demás líneas de transporte y evaluar los nuevos rendimientos de tránsito.

Se recomienda el análisis por línea, debido a que cada contenedor tiene características propias y organizar la cola de rutas según los métodos planificados, debido a que la similitud ayuda a reducir los tiempos de entrega y devolución de los contenedores.

CONCLUSIONES

En la investigación para realizar el modelo de optimización y control de transporte de contenedores a terminales portuarios, callao 2022, para mejorar la productividad del proceso, el sistema de control interno de distribución de contenedores beneficia en gran medida a la organización a través de la reducción de costos, esto debido a que al ser un sistema con control que parte de la gestión de los procesos que involucra a las áreas de logística y planificación de rutas.

El beneficio en el proceso productivo de servicios se ve reflejado mediante la disminución de riesgos, mayor fiabilidad en la toma de decisiones basada en datos, mayor capacidad de respuesta, crecimiento de la eficiencia operativa de los choferes, aumentando la confiabilidad en las relaciones con las partes interesadas como son los clientes y proveedores, convirtiéndose una organización con una mayor competitividad en el mercado.

Para una adecuada implementación del proyecto es necesario que la organización conozca sus procesos y esté estructurada con el fin de que sea sostenible a largo plazo y se pueda flexibilizar el sistema de control interno de acuerdo con los cambios que ocurran en los procesos y al crecimiento de la organización. Las herramientas que apoyan la gestión presentan riesgos en la implementación por lo que requiere que las empresas cuenten con personal capacitado.

REFERENCIAS

- [1] C. M. Elescano Torres, «Mejora del proceso de recepción y despacho para contenedores de importación en el deposito temporal apm terminals inland services – Callao,» *Universidad Inca Garcilaso de la Vega*, p. 1, 2019.
- [2] «Volúmenes de contenedores en Perú crece 30% entre enero y julio de este año,» <https://actualidadgubernamental.pe/>.
- [3] A. W. Mendocilla Romero, «Tracciones de los contenedores del comercio internacional en el Puerto del Callao,» *Universidad César Vallejo*, p. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/2422>, 2014.
- [4] M. A. L. SHARIN y B. J. DEUDOR QUINTANILLA, «ESTUDIO DEL SERVICIO EN EL MANEJO DE CARGA CONTENERIZADA EN EL MUELLE NORTE GESTIONADO POR APM TERMINALS CALLAO S.A PERIODO 2012 AL 2017,» p. 7, 2018.
- [5] J. A. Porles Rivera, «REPOSITORIO ACADÉMICO UPC,» 11 09 2021. [En línea]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657927>. [Último acceso: 2022].
- [6] «Transporte de contenedores empeora debido a congestión, retrasos y una mayor demanda,» <https://portalportuario.cl/transporte-de-contenedores-empeora-debido-a-congestion-retrasos-y-una-mayor-demanda/>, 2022.
- [7] «Sistemas inteligentes de transporte en la logística portuaria latinoamericana,» https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36122/FAL-305-WEB_es.pdf, p. 2, 2012.
- [8] O. B. Tambranco Quispe, «Estrategias de tecnología de sistemas y comunicaciones para la optimización del tráfico marítimo de contenedores en el Puerto del Callao,» *Repositorio de tesis Digitales*, p. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15585>, 2010.
- [9] Andina, «¿Qué obras hacen falta para mejorar el acceso al puerto del Callao?,» *Perú Construye*, pp. 1-4, 2018.
- [10] «DEMORA PARA INGRESO DE CARGA AL PUERTO DEL CALLAO AHORA SE EXTIENDE A 9 HORAS,» *Asociación Peruana de Agentes Marítimos*, p. 5, 2022.
- [11] D. Gestión, «CONGESTIÓN EN EL PUERTO DEL CALLAO LE CUESTA SI 931 MILLONES ANUALES AL COMERCIO EXTERIOR,» *Asociación Peruana de Agentes Marítimos*, pp. 1-4, 2021.
- [12] «Demoras y ocupaciones en el transporte de mercancías,» *Ibercondor*, pp. 1-6, 2019.
- [13] A. Terminals, «APM TERMINALS CALLAO: SISTEMA DE CITAS,» *Asociación Peruana de Agentes Marítima*, p. 1, 2021.
- [14] «Consecuencias de un accidente de grúa,» <https://prosertek.com/es>, p. 1.
- [15] «Estadísticas de naves que emplean grúas pórtico en muelle de los terminales portuarios,» *Ministerio de Transporte y comunicaciones*, p. 1, 2021.

- [16] «Callao: tráiler se despista tras choque con camión en óvalo 200 millas,» <https://larepublica.pe/sociedad/2022/08/29/callao-trailer-se-despista-tras-choque-con-camion-en-ovalo-200-millas-accidente-de-transito/>, p. 1, 2022.
- [17] «Al mes asaltan más de 120 contenedores en el Callao y San Martín de Porres,» <https://peru21.pe/lima/mes-asaltan-120-contenedores-callao-san-martin-porres-222776-noticia/>, p. 1, 2016.
- [18] <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7009/01VEmc01de01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, «Optimización de la producción en un terminal marítima de contenedores umbrales y punto de equilibrio,» p. 36.
- [19] «Datos básicos sobre el puerto de CALLAO,» *iContainers*, 2022.
- [20] M. d. T. y. Comunicaciones, «Estadísticas de naves que emplean grúas pórtico en muelle de los terminales portuarios,» *Autoridad Portuaria Nacional*, 2022.