

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA EN
LA GESTIÓN DE ALMACENES DE UNA EMPRESA UBICADA EN LIMA**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Nicole Annette Cruz Osorio

ASESOR:

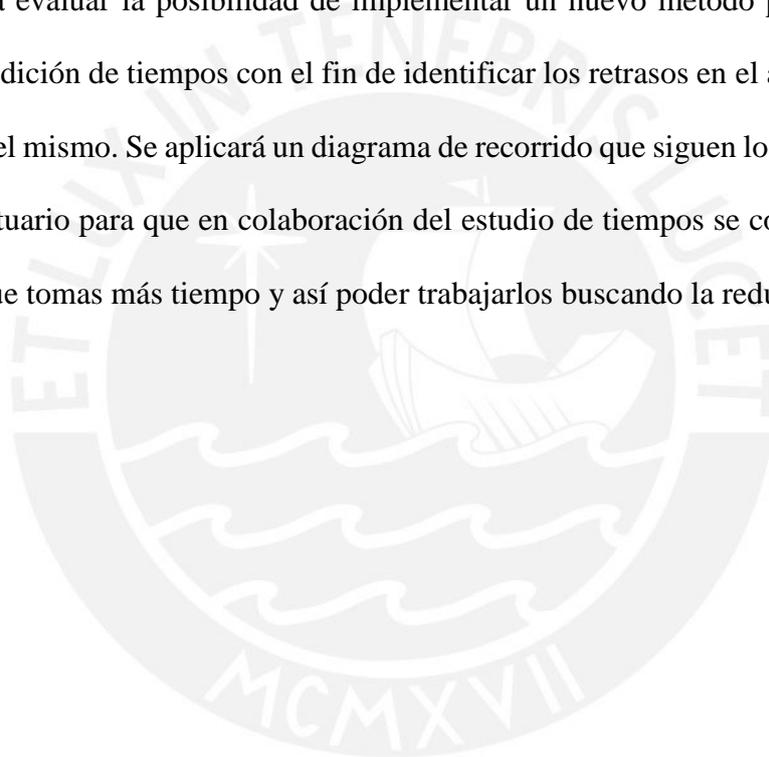
Boris Carhuancho

Lima, Mayo, 2021

RESUMEN

En el presente trabajo se analizarán las herramientas de mejora para la gestión de almacenes de una empresa en Lima, principalmente se basará en el sistema de atención a camiones. Este sistema consiste en que los camiones llegan a la entrada del almacén, estos entran y salen cargados y vacíos dependiendo del proceso a realizar como la recepción y despacho de contenedores, esta información será explicada a detalle más adelante.

Se buscará una mejora del sistema mediante el uso de distintas herramientas como el estudio de métodos para evaluar la posibilidad de implementar un nuevo método para este sistema, además de la medición de tiempos con el fin de identificar los retrasos en el acceso al terminal y la atención en el mismo. Se aplicará un diagrama de recorrido que siguen los camiones dentro del terminal portuario para que en colaboración del estudio de tiempos se conozca cuáles son los recorridos que tomas más tiempo y así poder trabajarlos buscando la reducción de tiempo.



ÍNDICE

1. Marco Teórico	7
1.1. Antecedentes.....	7
2. Descripción de las actividades portuarias en el Perú	7
2.1. Situación General del puerto Callao	9
3. Tecnología en los puertos marítimos	12
3.1. Puertos 4.0	13
4. Tendencias de tecnología en los terminales portuarios	13
4.1. Red 5G e Internet de las cosas (IoT)	13
4.2. Drones.....	14
4.3. Blockchain	14
5. Herramientas de análisis	15
5.1. Estudio de métodos.....	15
5.2. Estudio de tiempos.....	17
5.3. Diagrama de Recorrido.....	19
5.4. Diagrama de procesos.....	19
5.5. Diagrama de Causa y Efecto	21
5.6. Diagrama de Pareto	22
6. Contenido de la investigación	25
6.1. Entorno actual.....	25
7. Conclusiones	26

8. Bibliografía	26
-----------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Movimiento de TEUs mensual en el terminal en estudio del 2016 al 2019	9
Gráfico 2: Volumen que movilizó el puerto del Callao durante el 2012 hasta el 2019 (en TEUs)	10
Gráfico 3: Ingresos totales percibidos por el puerto del Callao durante el 2019	11
Gráfico 4: Carga movilizada en el puerto del Callao durante el 2019 (en toneladas)	12
Gráfico 5: Cantidad de naves que arribaron al puerto Callao	12
Gráfico 6: Diagrama de Recorrido del proceso de descarga de contenedores en un terminal en el puerto del Callao	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 7 : Diagrama de operaciones del proceso de descarga de contenedores	21
Gráfico 8: Diagrama de causa y efecto de la generación de chimeneas en el patio	22
Gráfico 9: Diagrama de Pareto del ingreso de documentos para la exportación	24
Gráfico 10: Diagrama de Pareto del ingreso de documentos para la importación	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo cronometrado de la operación cortado de 20 piezas de pantalón jean (segundos)	18
Tabla 2: Cálculos realizados y determinación de tiempos normales	19
Tabla 3: Cantidad de camiones que llegan al terminal para la importación y exportación	23
Tabla 4: Frecuencia del ingreso de documentos por hora.	23
Tabla 5: Frecuencia acumulada del ingreso de documentos por hora.	24

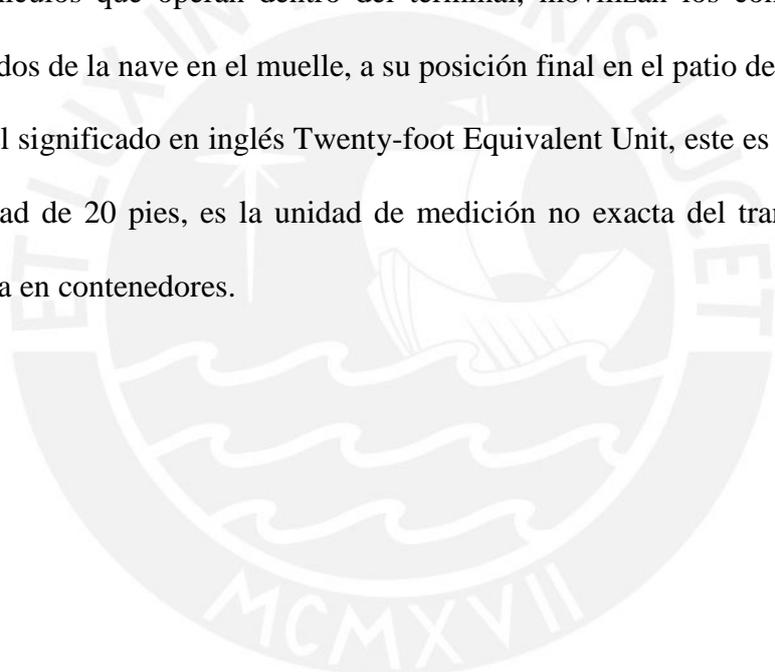
GLOSARIO

- Puerto: Según la Ley del Sistema Portuario Nacional (LSPN), un puerto es aquella localidad geográfica y unidad económica de una ciudad donde se ubican los terminales e instalaciones acondicionados para el desarrollo de actividades portuarias. Este no debe ser confundido con un recinto portuario o terminal portuario ya que, los nombrados anteriormente pertenecen a un puerto, no necesariamente ambos.
- Recinto portuario: según la ley ya mencionada, es el espacio comprendido entre la línea externa de demarcación del área operativa acuática y el límite perimetral terrestre en el que se ubican las instalaciones portuarias.
- Terminal portuario es la unidad operativa de un puerto, que está acondicionada para realizar el intercambio modal y servicios portuarios, este comprende las áreas de depósito transitorio y vías internas de transporte. Es importante indicar que en un puerto pueden existir varios terminales y estos pueden estar conformados por varios muelles.
- Equipamiento portuario: Según el glosario de términos de la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU), es el conjunto de equipos móviles que permiten realizar los servicios portuarios.
- Grúas QC: Llamadas así por sus siglas en inglés Quay Crane. Es un tipo de grúa usualmente ubicada en el muelle del terminal, la cual es usada para la descarga de contenedores de la nave, así como el embarque de contenedores a las mismas. Estas grúas pueden ser fijas o móviles y son manejadas por un operador.
- Grúa RTG: Por las siglas en inglés Rubber Tyred Gantry (RTG), es un tipo de grúa móvil que levanta carga mediante un montacarga. Están ubicadas en el patio del

terminal portuario ya que participan en el proceso de despacho y recepción de contenedores.

En el caso del despacho de contenedores, la grúa moviliza el contenedor desde la posición en donde se encuentra hasta el camión vacío, el cual está esperando a que lo carguen. Con respecto a la recepción de contenedores, es la inversa del despacho. El contenedor cargado espera a que la grúa tome el contenedor para llevarlo a la posición final en el patio.

- **ITV:** Llamados así por sus siglas en inglés Internal Transfer Vehicles (ITV). Estos son unos vehículos que operan dentro del terminal, movilizan los contenedores recién descargados de la nave en el muelle, a su posición final en el patio del terminal.
- **TEU:** Del significado en inglés Twenty-foot Equivalent Unit, este es el equivalente de una unidad de 20 pies, es la unidad de medición no exacta del transporte marítimo expresada en contenedores.



1. Marco Teórico

1.1. Antecedentes

A través de los años, los terminales portuarios alrededor del mundo han pasado por distintos cambios tecnológicos. Continuamente se buscan mejoras para el ingreso y salida de los camiones a los terminales portuarios y así mejorar el proceso, el nivel de servicio y consecuentemente la productividad del terminal.

En el caso de los terminales del puerto del Callao, concesionados por el Perú, se han ido ideando e implementando nuevas tecnologías y métodos para permitir el acceso de más camiones y contenedores al terminal portuario ya que este es uno de los principales aspectos que los concesionarios identifican como retraso en las actividades.

En el muelle Sur del Callao se implementaron ocho líneas de entrada de camiones y 4 de salida para agilizar el flujo de los mismos, así como la implementación de lectores de placas para que la entrada sea más rápida mediante la eliminación de identificación manual.

Uno de los problemas existentes es que los camiones llegan tarde a la cita que les programan para poder entrar y esto crea congestión en el antepuerto, haciendo que el camión que llegó tarde entre la terminal y salga de inmediato.

Otro problema actual es que se están tomando nuevas medidas sanitarias en los terminales por lo que después de la identificación de los choferes, estos deben bajar a lavarse las manos, un factor que aumenta el tiempo de acceso al terminal.

Por otro lado, el proyecto más reciente es por parte del gobierno en implementar mejoras de los accesos al muelle Sur y Norte; sin embargo, esos proyectos aún se encuentran en conversación.

2. Descripción de las actividades portuarias en el Perú

Las actividades portuarias involucran la construcción, operación y administración de puertos y derivados portuarios como terminales e instalaciones. Algunos de los puertos más importantes

en el Perú son Paita y Salaverry, pero el más importante de todos es el Callao ya que es el más antiguo y principal para el comercio de todo el país por su ubicación.

Estas actividades son las mismas que contribuyen con el crecimiento económico de un país ya que, según un estudio hecho por Oxford Business Group, el 92% del comercio internacional pasa por los puertos. Además, según el MTC, entre el 80% y 90% de la exportación en el Perú salen por los puertos.

Un factor que también compete a las actividades portuarias en el Perú es la competitividad en los puertos. A menor sean las barreras de ingreso, más beneficio tendrá para la economía de la región y/o país, ya que aumenta la competitividad intraportuaria y con esto el del mercado, fomentando la especialización de los puertos, lo que facilitará la implementación de nuevas tecnologías.

Según el presidente de la APN, Edgar Patiño, este tipo de actividades es relevante para la economía debido a que hay participación del sector privado en los sectores de minería y agro exportación, con esto logrando aumentar el empleo.

También precisa que tener la infraestructura adecuada y acorde a la logística portuaria es crucial para un buen desempeño del comercio exterior, lo que incluiría la agilización de los procedimientos administrativos, tiempos y costos. Un ejemplo de lo mencionado anteriormente es el ingreso rápido al terminal con el control de seguridad.

Para poder tener una mejor idea de lo que es esta actividad, se explicará la actividad existente en los puertos, en específico en uno de los terminales que se encuentran en el puerto del Callao.

Las principales actividades que se realizan en un terminal portuario es la atención a las naves que arriban a los muelles, dicha atención implica el amarre y desamarre de las naves, la estiba y desestiba. También se brinda el servicio a la carga que transportan estas naves, tal servicio incluye la descarga y embarque de contenedores, así como la utilización del patio como depósito temporal por un lapso de tiempo. Descritos los servicios que comprenden la actividad

portuaria, en el gráfico N°1 se observará el comportamiento del movimiento de TEUs en el terminal en estudio.

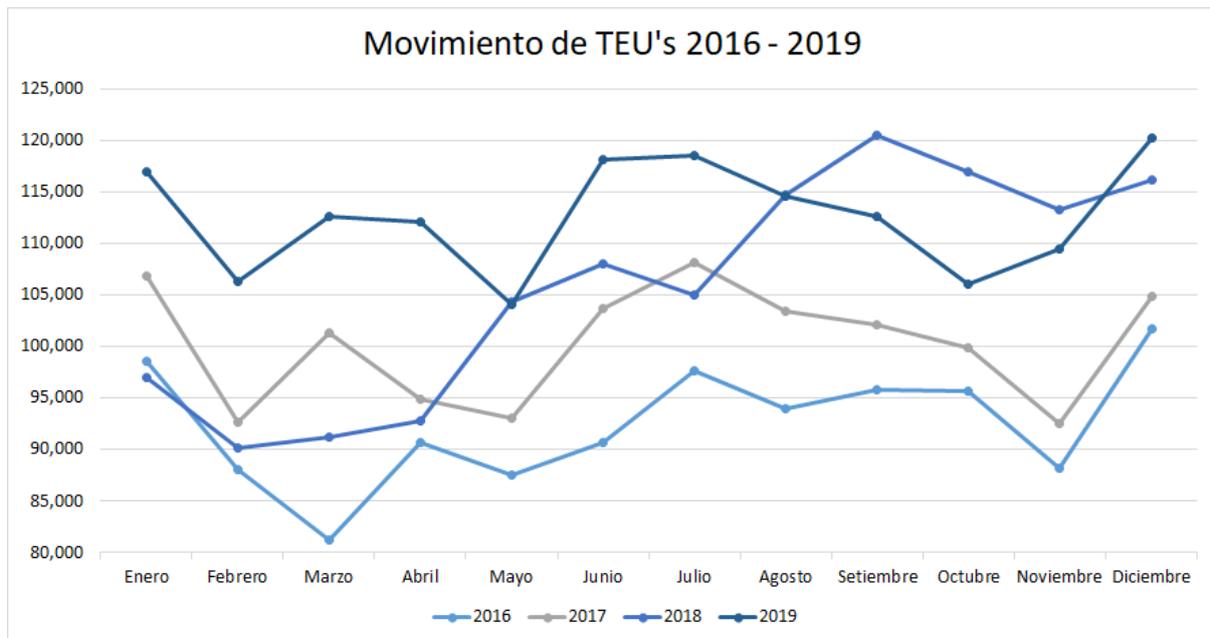


Gráfico 1: Movimiento de TEUs mensual en el terminal en estudio del 2016 al 2019

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se observa en el gráfico, dicho movimiento tiene cierta estacionalidad, sobre todo en el mes de febrero donde cae bastante el movimiento de TEUs y creciendo notablemente en diciembre, probablemente por la temporada alta de Navidad y Año Nuevo, además del cambio de temporada y estación.

2.1. Situación General del puerto Callao

Se encuentra ubicado en la Provincia Constitucional del Callao. Desde 1537 destaca por su excelente ubicación geográfica y por tener un relevante impacto en el crecimiento económico del Perú. Es considerado como uno de los puertos más importantes en el Pacífico, este puerto cuenta con cinco muelles de los cuales el Muelle Norte y el Muelle Sur están concesionados por empresas de capital privado, desde el 2011 y 2010 respectivamente. Esto permitió que el índice de conectividad se duplique desde el 2006.

En el 2018, el Puerto del Callao totalizó 2.34 millones de TEUs. Sin embargo, una de sus principales desventajas es la escasa infraestructura para el transporte de mercancías, su carencia de terminales portuarios, así como de carreteras impiden la mejora de su competitividad.

Actualmente hay un proyecto para implementar el antepuerto del Callao con este logrando que el puerto se convierta en un hub portuario en Latinoamérica. A continuación, se presentarán los gráficos 2,3, 4 y 5 los cuales contienen detalles del volumen movilizado en el puerto del Callao desde el 2012 al 2019, los ingresos totales que se percibieron en el puerto del Callao durante el 2019, la carga movilizada en el puerto del Callao durante el 2019 en toneladas y la cantidad de naves que arribaron al Callao durante el 2019, respectivamente.

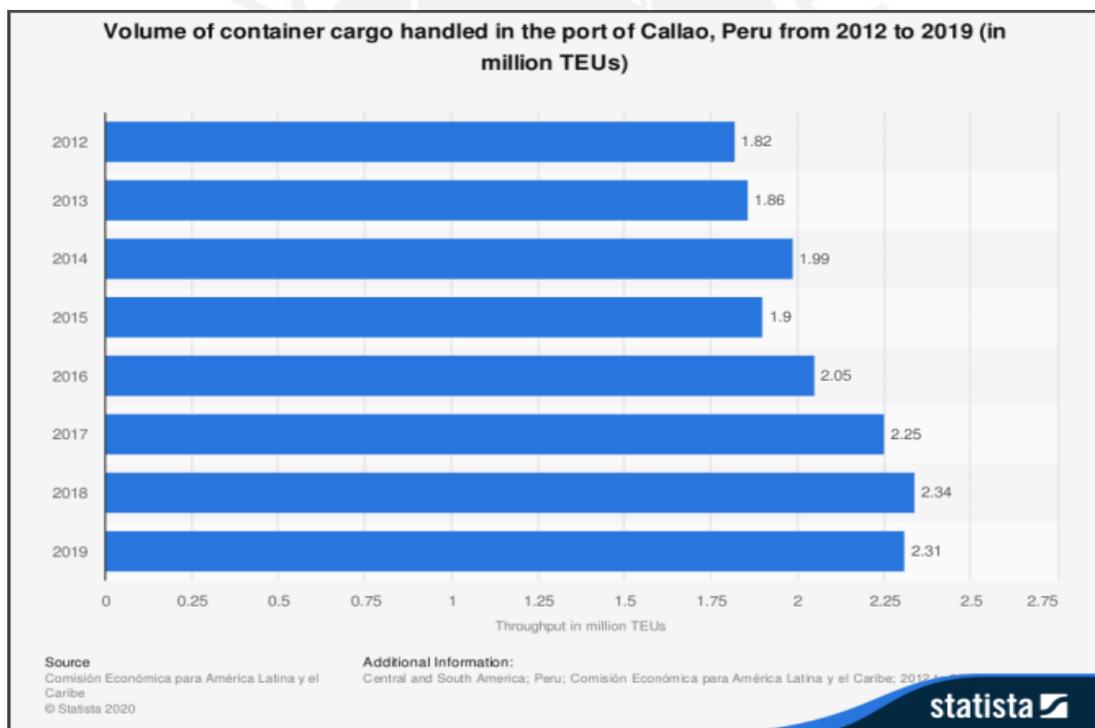


Gráfico 2: Volumen que movilizó el puerto del Callao durante el 2012 hasta el 2019 (en TEUs)

Fuente: Statista

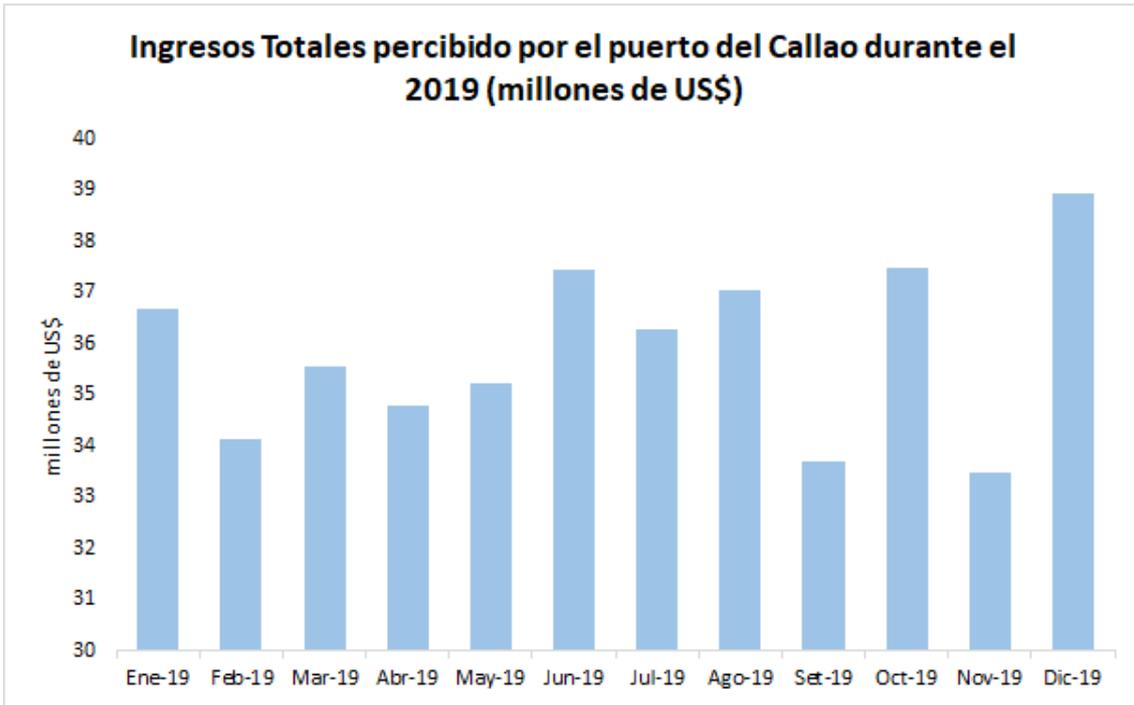
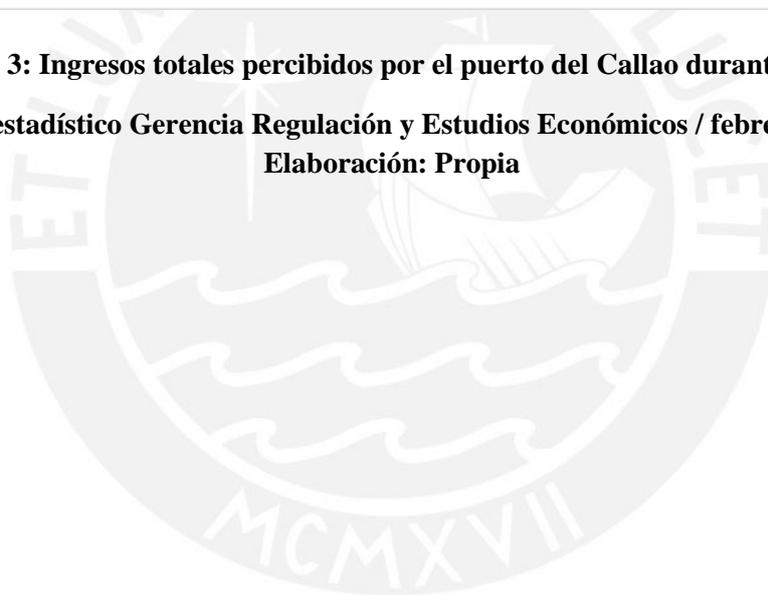


Gráfico 3: Ingresos totales percibidos por el puerto del Callao durante el 2019

Fuente: Boletín estadístico Gerencia Regulación y Estudios Económicos / febrero 2020 (Ositran)
Elaboración: Propia



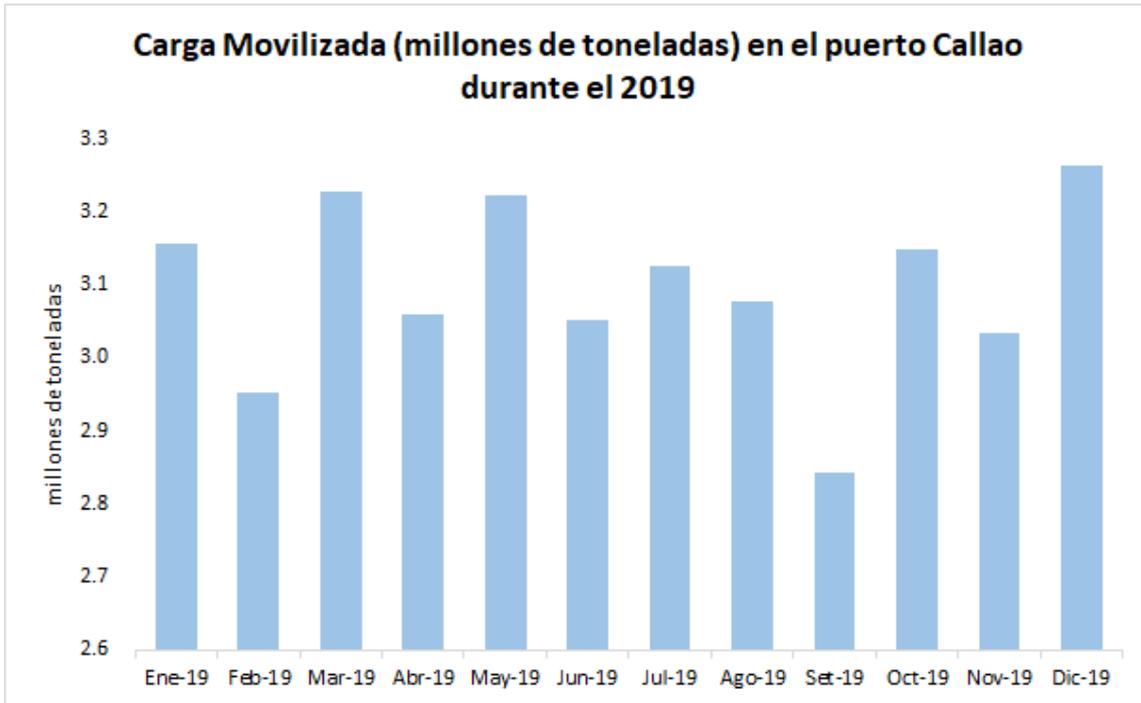


Gráfico 4: Carga movilizada en el puerto del Callao durante el 2019 (en toneladas)

Fuente: Boletín estadístico Gerencia Regulación y Estudios Económicos / febrero 2020 (Ositran)

Elaboración: Propia

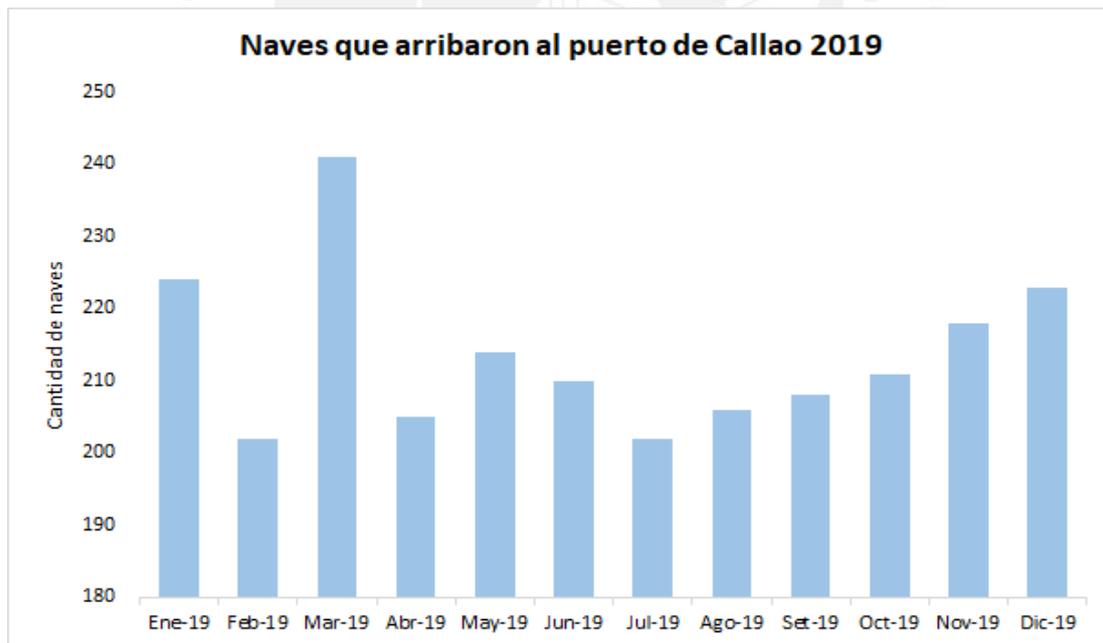


Gráfico 5: Cantidad de naves que arribaron al puerto Callao

Fuente: Boletín estadístico - Gerencia Regulación y Estudios Económicos / febrero 2020 (Ositran)

Elaboración: Propia

3. Tecnología en los puertos marítimos

3.1. Puertos 4.0

Los puertos 4.0 o puertos de cuarta generación se están preparando para los cambios que traerá la cuarta revolución industrial. La tendencia actual es implementar *smart ports* o puertos inteligentes con el soporte de diversas tecnologías como IoT (*Internet of Things*) o también llamado Internet de las cosas y con esto llegar a la automatización de los puertos.

Las condiciones de trabajo de los puertos pueden permitir la automatización total o parcial de los mismos, debido a que su entorno físico está estructurado y es predecible, además que las actividades que se desarrollan dentro de este son sencillas y repetitivas (McKinsey, 2018)

Los puertos 4.0 implican estar automatizados y no solo son el camino al incremento de la eficiencia mediante la reducción del error humano, sino que también reduce costos e impulsa la sostenibilidad ya que las emisiones de carbono se pueden reducir en un 10%.

Sin embargo, existen ciertas barreras que impiden la automatización de puertos.

Una de estas es el costo de implementación, así como el de mantenimiento. La inversión para automatizar un puerto es alta y según un estudio hecho por McKinsey, el aumento de eficiencia a raíz de la automatización portuaria no satisface las expectativas que se tenían.

Por otro lado, el rechazo del sindicato también es un factor relevante ya que la automatización implica la reducción de mano de obra en aproximadamente 40% y 70%. según una investigación de Molly 's.

4. Tendencias de tecnología en los terminales portuarios

4.1. Red 5G e Internet de las cosas (IoT)

Existe un precedente en el puerto de Livorno, en donde se ha empezado a implementar la red 5G para agilizar las operaciones buscando la mayor eficiencia y reducir el riesgo mediante un puerto inteligente que comparte información en tiempo real con sus colaboradores, maquinaria y equipos. La red 5G interviene a través del ancho de banda ya que esto permite la fluidez de

las comunicaciones indistintamente del receptor ya que estarían compartiendo la misma tecnología de acceso.

Por otro lado, en el puerto de Qingdao en China, también se ha estado estudiando la posibilidad de convertirlo en un puerto inteligente con la red 5G y los resultados alentaron a desarrollarlo ya que indican que se podría ahorrar hasta el 70% de costos laborales y al igual que en el ejemplo anterior en Livorno, la red 5G impactaría en la fluidez del tráfico de datos entre cámaras para que luego sean enviados a controladores programables, todo esto a nivel de milisegundos ya que es a tiempo real algo que solo la tecnología 5G pueden hacer posible.

Una de las características de la tecnología 5G es que pueden conectar hasta 1 millón de dispositivos por kilómetro cuadrado, lo que haría que se pueda implementar el internet de las cosas a gran escala.

4.2. Drones

Según la Cámara Marítima de Ecuador, una tendencia actual en los puertos es la automatización de drones haciendo más eficiente y rentable el monitoreo de puertos, control de tráfico, inspección de equipos de rutina, seguimiento general de procesos y estados en todo el puerto marítimo. En algunos puertos ubicados en San Antonio y Santiago de Chile ya están utilizando esta tecnología para los fines anteriormente mencionados.

Por ejemplo, en el caso del puerto de San Antonio en Texas, se empezó usando dos drones para la supervisión de operaciones, protegiendo de esta forma a los colaboradores que normalmente hacían la supervisión. La implementación de drones en ese puerto ha permitido mejorar la visualización de las operaciones ya que este puede llegar a zonas no accesibles por los colaboradores.

4.3. Blockchain

Según la revista MIT Technology Review, blockchain o también llamado cadena de bloques es un sistema permanente en el que solo se puede añadir información, en otras palabras, solo

permite alimentar una base de datos. Esta tecnología funciona mediante la solicitud de una transacción, luego esta es validada por los algoritmos ya establecidos del sistema para que en conjunto con la data pasada y las solicitudes anteriores se cree una nueva base de datos y así añadiendo un bloque a la cadena. Finalmente, esta solicitud es completada

Se está volviendo más popular el uso de blockchain en los puertos marítimos, una de sus aplicaciones es en el aseguramiento de documentos necesarios en el proceso de importación o exportación de estos, lo que se busca con la implementación del blockchain es la eliminación de papeles físicos y de la intervención de los humanos ya que siempre habrá un margen de error o posibilidad de manipulación de los documentos de la carga a transportar. Según Demóstenes Pérez, un especialista en el sector logístico, la tecnología blockchain permitiría brindar mayor seguridad a los propietarios de la carga informando sobre la ubicación de esta. En la actualidad, el puerto de Rotterdam resalta por la implementación de esta tecnología y en 2019 se realizó la primera movilización de contenedores con el uso del blockchain, el cual estuvo libre de cualquier uso de documentos físicos, informa la página del puerto de Rotterdam.

5. Herramientas de análisis

5.1. Estudio de métodos

Según George Kanawaty (1956), el estudio de métodos se realiza en ocho etapas las cuales engloban desde la identificación del puesto a estudiar hasta la implementación, seguimiento y control del nuevo método. Inicialmente se realizarán observaciones, registros del proceso en general y durante el estudio se llegará a cada operación. En el caso actual, se analizará la entrada y salida de camiones en el terminal, la cual incluye la identificación de conductores para su ingreso y los procesos de despacho y recepción de contenedores, con el objetivo de identificar los puestos de trabajos que tienen mayor potencial de cambio, esto se definirá

mediante el registro de observaciones, su examinación, así como la idea de opciones de nuevos métodos para su aplicación.

Por ejemplo, en el caso del proceso de descarga de un contenedor:

Paso 1: Se debe elegir cuál de los trabajos que conforman el proceso de la descarga de un contenedor. En este caso se seleccionará la operación de la descarga, cuando la grúa RTG baja el contenedor a tierra desde la nave.

Paso 2: Se deben registrar los acontecimientos en dicha actividad. En este caso se podrían utilizar algunos gráficos o diagramas como un diagrama de operaciones de procesos (DOP) o diagrama de recorrido (DR) los cuales se pueden observar en los gráficos N° 5 y 6.

Paso 3: Se examinan los recursos utilizados en el Paso 2, se busca el porqué de los resultados obtenidos mediante un interrogatorio como: ¿Por qué se demora tres minutos en bajar contenedor? ¿Cuántos contenedores por hora se bajan? ¿Existe tiempo muerto?

Paso 4: Se pensará en un nuevo método de realizar el trabajo o el proceso que mejore los indicadores del mismo como productividad, uso de recursos, eficiencia, etc. En este caso se plantearía hacer relevos en caliente o también llamado *hotseat*, que es cuando el turno ingresante espera en la máquina y así no se para en ningún momento por relevos.

Paso 5: En este paso se tendrá que evaluar si el método pensado es el mejor a aplicar y se compararán los resultados esperados en comparación a los actuales y se verá si existe alguna mejora en el proceso escogido.

Paso 6: Se implementará el nuevo método planteado, relevo en caliente y se tendrá que capacitar a los implicados en el proceso e informar sobre el nuevo procedimiento.

Paso 7: Se controla el desempeño de los colaboradores en el nuevo proceso y de esa forma se asegura una visión real de cómo han cambiado los índices.

Por último, se podría decir que el fin de aplicar un estudio de métodos es buscar una mejor forma de realizar determinadas operaciones pertenecientes a un proceso específico y así

contribuir en la mejora de los indicadores de dicho proceso como la productividad, costos, uso de recursos innecesarios, nivel de servicio, etc.

5.2. Estudio de tiempos

Esta técnica se usa para registrar los tiempos de las operaciones, actividades y procesos mediante el uso de equipos como cronómetros o sistemas de medición. Este estudio será utilizado principalmente para la medición de los procesos que atraviesan los camiones como la llegada del camión hasta la entrada del terminal, la identificación y los protocolos de seguridad que pasa cada chofer, así como dentro del terminal, cuánto tiempo le demora en llegar al punto de recogerá o dejará el contenedor y lo que demora en cargar o descargar.

El estudio de tiempos puede ser realizado de manera manual con diversos tipos de cronómetros, pero también de manera automática mediante el uso de sistemas o softwares que a través de sensores registran los tiempos, este último es muy usado en los puertos ya que cada tarea por la que pasa un camión es confirmada a su término por el responsable de dicha operación, desde la entrada hasta la salida del terminal.

Para realizar un estudio de tiempos se deben tener en cuenta algunos pasos, los cuales son seleccionar correctamente el proceso a medir y prepararlo para el estudio. El registro de los datos obtenidos deberá ser ordenado para el futuro cálculo del tiempo estándar, si lo hubiera.

Finalmente, el estudio de tiempos es realizado con el objetivo de medir los procesos e identificar qué tareas son las que se deben mejorar según el tiempo que estas toman.

A continuación, en la Tabla N° 1 se presentará un ejemplo de estudio de tiempos en la industria textil, específicamente en la operación de cortado de tela en la producción de jeans. Además, en la tabla N° 2 se observa la determinación de los tiempos normales de la operación.

N°	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	R	\bar{x}	R/ \bar{x}
1	Cortado preliminar en planchas rectangulares	998	999	1001	997	993	998	999	4	998.8	0.004
2	Coger pila de telas cortadas	25	24	27	25	30	31	28	4	25.8	0.155
3	Posicionar telas en la mesa de trabajo	150	148	155	148	158	155	153	7	150.8	0.046
4	Colocar molde (1)	17	14	19	15	16	17	19	5	16.8	0.298
5	Preparación de máquina cortadora	12	13	11	11	10	11	9	4	11.2	0.357
6	Cortar telas	500	495	502	505	502	503	504	10	501.2	0.019
7	Colocar piezas en caja de productos terminados	18	20	16	21	45	23	17	5	18.4	0.273
8	Cambio de caja	9	11	13							
9	Afilado de cuchilla de máquina cortadora	42	45	40							

Tabla 1: Tiempo cronometrado de la operación cortado de 20 piezas de pantalón jean (segundos)

Actividad	\bar{x}	Frecuencia	Tobs (Tiempo observado)	Valoración	TN (Tiempo normal)
1	998.8	1	998.8	0.95	948.86
2	25.8	1	25.8	0.95	24.51
3	150.8	1	150.8	0.95	143.26
4	16.8	1	16.8	0.95	15.96
5	11.2	1	11.2	0.95	10.64
6	501.2	1	501.2	0.95	476.14
7	18.4	1	18.4	0.95	17.48
8	11	1/100	0.11	0.95	0.1045
9	42.3	1/500	0.0846	0.95	0.08037
					1637.03487

Tabla 2: Cálculos realizados y determinación de tiempos normales

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Diagrama de Recorrido

Es el modelo en el cual se observa el lugar en donde se realizan las actividades de un trabajo o tarea específica, la ruta que siguen todos los comprometidos con el trabajo como los colaboradores, equipos y recursos. El diagrama de recorrido es empleado con la finalidad de ejecutar las tareas y que se sepa el trayecto exacto necesario para cumplir con el producto final o servicio final.

Este diagrama es aplicado a la trayectoria de los camiones que ingresan a los terminales portuarios y se indican todas las operaciones por las que estos pasan, así como las inspecciones y revisiones. A continuación, se presentará el gráfico N° 6 en el cual se observan los principales símbolos en un diagrama de recorrido y cómo entender uno, así como el recorrido de un contenedor desde su descarga del barco y su posición final en el patio del terminal.

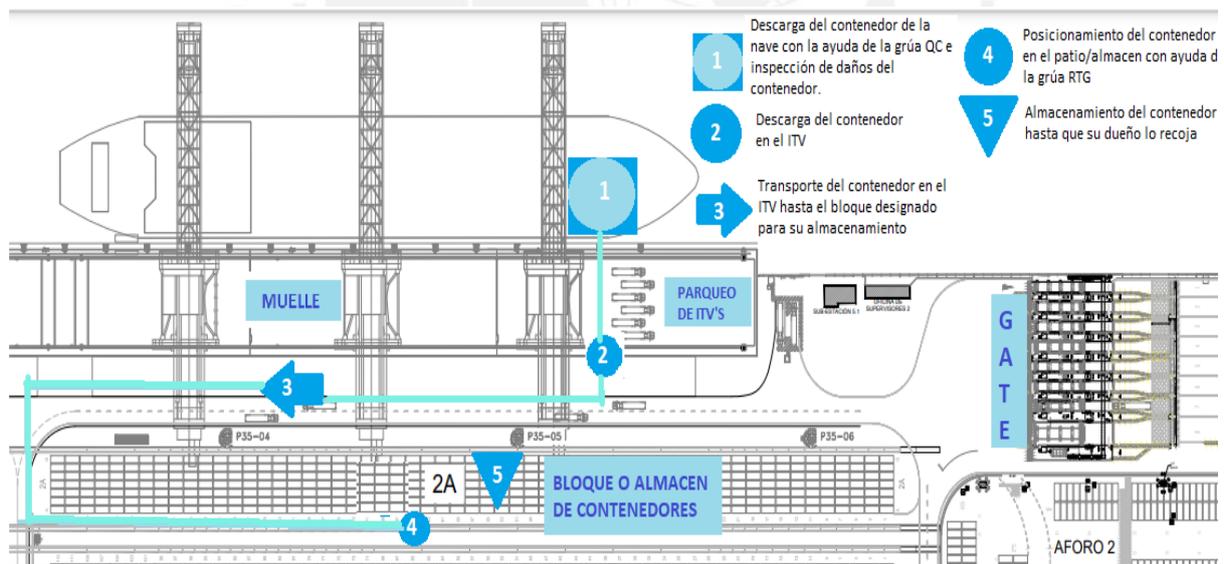


Gráfico 6: Diagrama de Recorrido del proceso de descarga de contenedores en un terminal en el puerto del Callao

Fuente: Elaboración Propia

5.4. Diagrama de procesos

Un diagrama de procesos es un recurso visual el cual representa las actividades o acciones por las que ha pasado el producto a transformar o el agente que recibe o brinda el servicio. Existen varios tipos de diagramas de procesos, pero para ese caso se utilizarán el diagrama de operaciones y el diagrama de flujo.

- Diagrama de operaciones

Es una herramienta que permite representar simbólicamente la elaboración de un producto o servicio mostrando el tipo de operación que se realiza en este. El objetivo de aplicar un diagrama de operaciones es mostrar la continuidad de procesos para brindar, en este caso, el servicio final. Además, permite una mejor visualización del uso de recursos y también estudiar los tiempos que hay entre operaciones con el fin de reducir los tiempos muertos o improductivos.

En el siguiente gráfico N° 7 se presenta un Diagrama de Operaciones (DOP) del proceso de descarga de contenedores en una empresa que opera en el Callao.

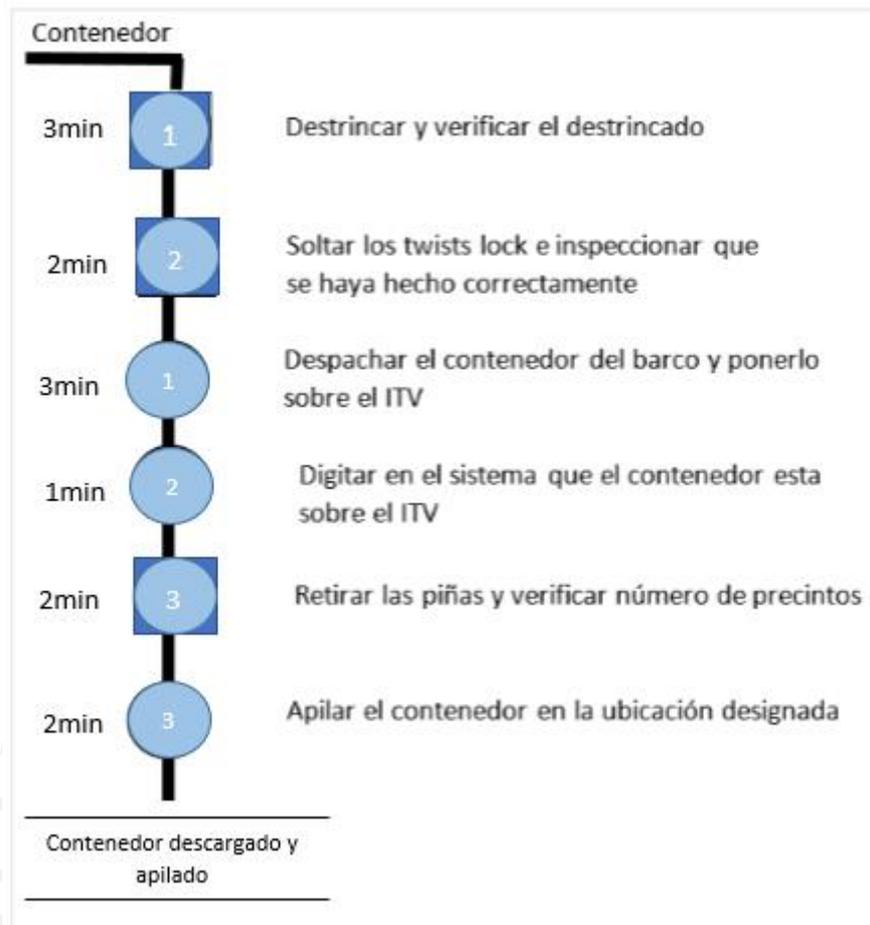


Gráfico 7: Diagrama de operaciones del proceso de descarga de contenedores
Elaboración propia

5.5. Diagrama de Causa y Efecto

También llamado diagrama de Ishikawa o espina de pescado, es un recurso que se usa para identificar la razón o causa de un problema en específico. Este necesita un análisis general para ir anotando las causas encontradas y luego ya se identifican las sub-causas a detalle. El objetivo de hacer este diagrama es para que con su análisis se puedan plantear oportunidades de mejora en cada punto y de esa forma poder solucionar cierto problema o inconveniente.

En la figura N°8 se observa el desarrollo de un diagrama de causa-efecto de la generación de chimeneas, el apilamiento de 5 o más contenedores en el patio de un terminal portuario el cual es inseguro por el potencial efecto de un accidente.

Diagrama de Causa y Efecto de la generación de chimeneas en el patio



Gráfico 8: Diagrama de causa y efecto de la generación de chimeneas en el patio

Fuente: Elaboración Propia

5.6. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta usada en conjunto con el diagrama de causa y efecto ya que luego de identificar las causas de un problema, estas se evalúan con el fin de conocer cuales tendrían mayor importancia o cual influye más que otra. Además, también se les daría cierto valor de relevancia y prioridad a las oportunidades de mejora.

Este diagrama es una representación gráfica que mediante barras se puede observar la frecuencia con los que se perciben ciertos sucesos y a partir de eso es que se les da la prioridad. También se separa en el 80% y 20% lo que significaría que un 80% de los sucesos son causados por un 20% de las causas.

En las tablas N° 3, 4 y 5 se puede observar un análisis que se hizo de la tolerancia de llegada de documentos para la exportación e importación de contenedores en el terminal en estudio. Además, en los gráficos N° 9 y 10 se puede observar el diagrama de Pareto de la llegada de documentos.

Tabla 3: Cantidad de camiones que llegan al terminal para la importación y exportación

Tolerancia	Exportación		EXPORT	Importación		IMPORT	MTY POOL
	AG. ADUANAS	EXTRAPORT.		AG. ADUANAS	EXTRAPORT.		
Antes de la hora	3914	8760	12674	4288	5932	10220	1655
En hora	2347	5034	7381	4417	6519	10936	1040
1 hora	1316	2140	3456	2237	3618	5855	618
2 horas	662	752	1414	1030	1425	2455	311
3 horas	68	58	126	104	221	325	29
4 horas	14	22	36	10	72	82	
5 horas	4	8	12	3	26	29	
6 horas		3	3	1	15	16	
7 horas	5		5		3	3	
Total general	8330	16777	25107	12090	17832	29922	3653

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Frecuencia del ingreso de documentos por hora.

Tolerancia	Exportación		EXPORT	Importación		IMPORT	MTY POOL
	AG. ADUANAS	EXTRAPORT		AG. ADUANAS	EXTRAPORT		
Antes de la hora	47.0%	52.2%	50.5%	35.5%	33.3%	34.2%	45.3%
En hora	28.2%	30.0%	29.4%	36.5%	36.6%	36.5%	28.5%
1 hora	15.8%	12.8%	13.8%	18.5%	20.3%	19.6%	16.9%
2 horas	7.9%	4.5%	5.6%	8.5%	8.0%	8.2%	8.5%
3 horas	0.8%	0.3%	0.5%	0.9%	1.2%	1.1%	0.8%
4 horas	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.4%	0.3%	0.0%
5 horas	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
6 horas	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
7 horas	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total general	100.0%						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Frecuencia acumulada del ingreso de documentos por hora.

Tolerancia	Importación		IMPORT	Exportación		EXPORT	Mty Pool
	Ag. Aduanas	EXTRAPORT		Ag. Aduanas	EXTRAPORT		
Antes de la hora	47%	52%	50%	35%	33%	34%	45%
En Hora	75%	82%	80%	72%	70%	71%	74%
1 hora	91%	95%	94%	91%	90%	90%	91%
2 horas	99%	99%	99%	99%	98%	98%	99%
3 horas	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%
4 horas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5 horas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
6 horas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
7 horas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

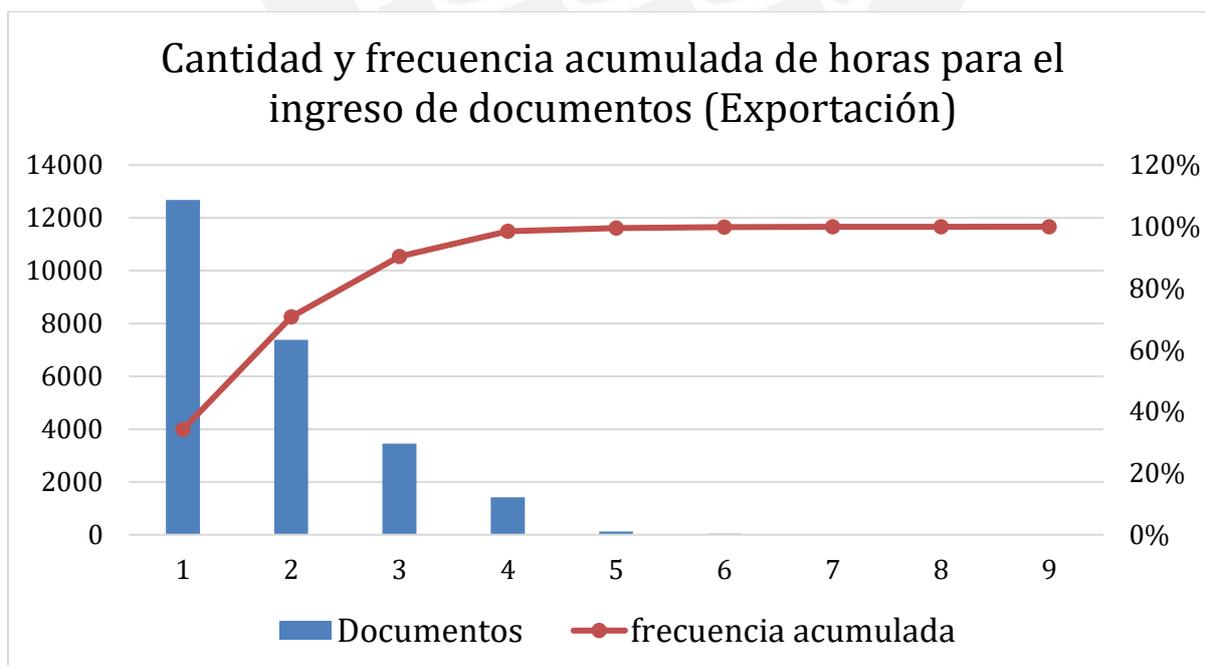


Gráfico 9: Diagrama de Pareto del ingreso de documentos para la exportación

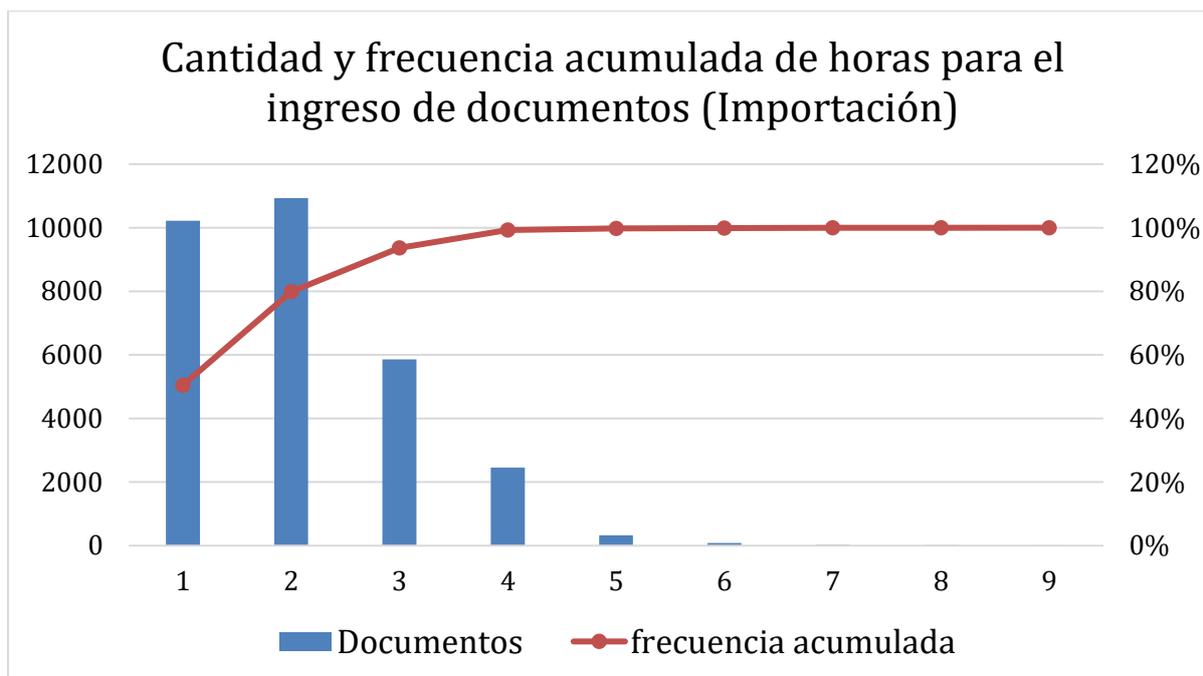


Gráfico 10: Diagrama de Pareto del ingreso de documentos para la importación

6. Contenido de la investigación

6.1. Entorno actual

El puerto del Callao, que es donde se ubica el terminal en estudio, es uno de los más modernos en el Perú debido a que es el más importante del país; sin embargo, aún faltan muchos aspectos por mejorar.

En primer lugar, la infraestructura del acceso a los terminales en el puerto no da abasto a la cantidad de camiones que requieren ingresar a estos. Además, los mismos camiones tienen problemas durante el ingreso a los terminales, problemas que se detallarán más adelante. A inicios del presente año se había programado el comienzo de construcción del antepuerto del Callao; sin embargo, este no pudo realizarse.

Uno de los problemas que se puede observar es que los terminales en el Callao no tienen la capacidad para abastecer la demanda de ingreso de camiones, esto se puede notar en el flujo de las calles aledañas a los terminales ya que los camiones pueden tener hasta 14 horas de espera para el ingreso, un factor que genera lentitud en las vías

públicas ya que no se cuenta con vías exclusivas de acceso a los terminales. El hecho que los camiones esperen tantas horas para el ingreso muchas veces genera que las citas que estos tienen para el ingreso se venzan, lo que dificultará más el flujo en el gate de los terminales, un costo de reprogramación de cita y uso de recursos no previstos tanto para el terminal como para los clientes ya que estos camiones con cita vencida deben ingresar, volver a salir de inmediato y volver a hacer la fila para el ingreso al terminal.

7. Conclusiones

- El uso de herramientas como el diagrama de causa-efecto y el diagrama de Pareto apoyarían en el planteamiento de una propuesta de mejora ya que con ellas se podría identificar las causas del problema existente del proceso, así como el grado de importancia e influencia que estas tienen sobre el resultado.
- En conjunto con el diagrama de operaciones y el diagrama de recorrido, el estudio de tiempos añade valor a la investigación cuando se quiere plantear una mejora debido a que con este se podrán identificar las operaciones que toman mayor tiempo y evaluar la razón de esto.

8. Bibliografía

Mundo Marítimo (s.f). Disponible 30 de marzo de 2007.

<https://www.mundomaritimo.cl/noticias/control-automatico-implementara-tps-en-acceso-portuario> . Fecha de consulta: 21 de septiembre del 2020.

APM Terminals Callao invirtió US\$ 10.4 millones en construcción de antepuerto. (2017, 31 de marzo). El Economista (Perú).

<https://www.economistaamerica.pe/economia-eAm-peru/noticias/8263192/03/17/APM-Terminals-Callao-Invirtio-US-104-millones-en-construccion-de-antepuerto.html>. Fecha de consulta: 21 de septiembre del 2020

Ley N° 27943. Ley Del Sistema Portuario Nacional. Perú. 01 de marzo del 2003

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/309DEF042F5FCC90052577E50055704F/\\$FILE/2national.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/309DEF042F5FCC90052577E50055704F/$FILE/2national.pdf). Fecha de consulta 22 de marzo del 2020

ENAPU. Glosario De Términos. Perú. Mayo del 2009.

http://www.enapu.com.pe/web/content/upload/files/spn/Glosario_Terminos_Mayo_2009.pdf. Fecha de consulta: 22 de marzo del 2020.

Medina, G. (2015, 8 de julio). Puerto Marítimo del Callao es el más importante del Perú. Perú en videos.

<https://www.peruenvideos.com/puerto-maritimo-callao-importante-peru/#:~:text=Oficialmente%2C%20el%20Puerto%20del%20Callao,que%20permite%20realizar%20inmensas%20cargas>. Fecha de consulta: 22 de setiembre del 2020.

(2016, 26 de octubre). Transporte Y Comercio: Entre El 80% Y 90% De Las Exportaciones Peruanas Sale Por Los Puertos

<https://www.inlog.edu.pe/noticias/transporte-y-comercio-entre-el-80-y-90-de-las-exportaciones-peruanas-sale-por-los-puertos/>

ERPAC.(s.f). Disponible 28 de setiembre del 2020

<https://www.serpac.pe>. Fecha de consulta: 23 de setiembre del 2020.

Statista. (s.f) Disponible 23 de setiembre del 2020.

<https://www.statista.com/statistics>

Port infrastructure is getting a boost from new investment. Oxford Business Group.

[https://oxfordbusinessgroup.com/analysis/port-infrastructure-getting-boost-new-investment-](https://oxfordbusinessgroup.com/analysis/port-infrastructure-getting-boost-new-investment-0)

0. Fecha de consulta: 23 de setiembre del 2020.

Kanaway, G. (1956) Introducción al estudio del trabajo

(2020, 05 de agosto). Asociación Peruana de Agentes Marítimos. Un antepuerto en el Callao:

¿Qué afectos tendrá para las exportaciones peruanas?

<https://www.apam-peru.com/web/un-antepuerto-en-callao-que-efectos-tendra-para-las-exportaciones-peruanas/>. Consulta: 10 de septiembre del 2020.

(2017, 03 de marzo). Gestión de Operaciones. Qué es el diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa y Efecto.

<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>. Consulta: 20 de octubre del 2020.

(2009) Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). Herramientas para la mejora de la Calidad.

<https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>. Consulta: 20 de octubre del 2020.

Oude, M. (2017) The Blockchain Potential for Port Logistics.

https://smart-port.nl/wp-content/uploads/2017/06/Bijlage-6_White-Paper-Blockchain.pdf . Consulta: 21 de octubre del 2020.

(2018) MIT Technology Review. “Blockchain”: ¿Qué es y cómo funciona una cadena de bloques?

<https://www.technologyreview.es/s/10179/blockchain-que-es-y-como-funciona-una-cadena-de-bloques>. Consulta: 21 de octubre del 2020.

(2019, 12 de setiembre). Port of Rotterdam. How Rotterdam is using blockchain to reinvent global trade.

<https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/how-rotterdam-is-using-blockchain-to-reinvent-global-trade>. Consulta: 21 de octubre del 2020.

Rojas, E. (2019, 04 de julio). Cointelgraph. Expertos recomiendan el uso de tecnología Blockchain para mejorar logística portuaria en el Canal de Panamá.

<https://es.cointelegraph.com/news/experts-recommend-the-use-of-blockchain-technology-to-improve-port-logistics-in-the-panama-canal>. Consulta: 21 de octubre del 2020.

(2018, 04 de setiembre). Marítimo Portuario. Utilizan drones para supervisar operaciones en el puerto San Antonio.

<https://www.maritimoportuario.cl/mp/utilizan-drones-para-supervisar-operaciones-en-el-puerto-de-san-antonio/>. Consulta: 22 de setiembre del 2020.

López, K. (2018, 31 de octubre). Cámara Marítima del Ecuador. La tecnología de drones revoluciona a puertos y terminales.

<http://www.camae.org/digitalizacion-2/la-tecnologia-de-drones-revoluciona-a-puertos-y-terminales/#:~:text=Hoy%20en%20d%C3%ADa%2C%20los%20drones,m%C3%A9todo%20para%20entregar%20peque%C3%B1as%20cargas>. Consulta: 22 de octubre del 2020.