

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de
almacenamiento de un depósito temporal en un contexto de pandemia**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Jordano Franco Rivera Salinas

ASESOR:

José Alan Rau Álvarez

Lima, Noviembre, 2021

Resumen

El presente trabajo de investigación se presenta el desarrollo de la propuesta de aplicación de dos tipos de herramientas: en primer lugar, el rediseño de un sistema de picking y en segundo lugar la aplicación de un sistema de gestión de almacenes. Para ellos se ha elaborado un marco teórico con los principales conceptos que se utilizarán a lo largo del desarrollo de la tesis. Estos conceptos son presentados con la ayuda de esquemas e ilustraciones que permite tener una idea más desarrollada de lo que representa cada uno, en el ámbito poco explorado de la logística internacional de mercancías.

El análisis y diagnóstico realizado se enfocó principalmente en dos áreas: en primer lugar, el sistema de almacenamiento físico y, en segundo lugar, los sistemas de información. La finalidad es entender la problemática que tiene el almacén con la finalidad de desarrollar las propuestas de mejora. Esta parte de la investigación cuenta también con la ayuda de esquemas y además de tablas, que ayudan a visualizar mejor los hallazgos del análisis y diagnóstico. Asimismo, el análisis se ha realizado comparando un escenario de operación normal y un escenario de crisis durante una pandemia.

Posteriormente, se detallan las propuestas de mejora que se sugiere implementar en la empresa estudiada. Dichas propuestas son el resultado del trabajo de investigación y están respaldadas con los indicadores presentados. Se plantean tres propuestas de mejora: la implementación de un módulo web, la mejora en la señalización del almacén y la implementación de un sistema RFID.

La evaluación económica realizada evidencia que las propuestas de mejora representan un ahorro de S/ 216 746,42 al cabo de un año para la empresa. La inversión inicial necesaria para la implementación de las mejoras planteadas en el presente trabajo de tesis es de S/22 270,00. Asimismo, el VAN es positivo y corresponde a S/ 102 165,00 considerando los 6 primeros meses de evaluación y una tasa de referenciad de 10%. Por otra parte, el TIR es 59%. Finalmente, se realizan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de tesis.

Índice general

Resumen	i
Índice general	ii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Introducción	1
CAPÍTULO I: Marco teórico.....	2
1.1 Sistema de almacenamiento físico.....	2
1.1.1 El almacén.....	2
1.1.2 Importancia y objetivos del almacén.....	3
1.1.3 Técnicas de almacenamiento.....	4
1.1.4 Principales procesos operativos en el almacén	7
1.1.5 El picking	8
1.1.6 El layout.....	9
1.1.7 Indicadores de gestión	11
1.2 Sistemas de información para almacenes	12
1.2.1 Definición e importancia de los sistemas de información	12
1.2.2 Evolución de los sistemas de información para almacenes.....	14
1.2.3 Conceptos generales y funcionalidad del WMS.....	16
1.2.4 Criterios para la evaluación y selección del WMS.....	18
1.2.5 Nuevas tecnologías aplicadas: El sistema RFID.....	20
1.3 Benchmarking y variables a evaluar.....	23
1.3.1 El depósito temporal	24
1.3.2 Principales índices de competitividad	25
1.3.3 La pandemia.....	27
1.3.4 Desafíos logísticos en tiempos de pandemia.....	29
1.3.5 Inteligencia artificial.....	30
CAPÍTULO II: Análisis y diagnóstico de la empresa.....	32
2.1 Antecedentes.....	32
2.1.1 Casos de estudio anteriores.....	32
2.1.2 Información general de la empresa	33
2.1.3 Clasificación de la mercadería	34
2.2 Marco metodológico.....	35
2.3 Análisis y diagnóstico del sistema de almacenamiento físico.....	36
2.3.1 Análisis del layout actual	36
2.3.2 Descripción del sistema de picking.....	38
2.3.3 Indicadores del sistema de almacenamiento	40
2.3.4 Diagnóstico del sistema de almacenamiento.....	42

2.4	Análisis y diagnóstico de los sistemas de información	44
2.4.1	Sistema actual de la empresa	44
2.4.2	Tecnologías empleadas: software y hardware	45
2.4.3	Indicadores de TIC's	48
2.4.4	Diagnóstico de los sistemas de información	50
2.5	Evaluación de los principales indicadores logísticos	52
2.5.1	Indicadores de servicio al cliente	52
2.5.2	Indicadores de personal	53
2.5.3	Indicadores de operatividad	53
CAPÍTULO III: Propuestas de mejora		56
3.1	Sistema logístico.....	56
3.1.1	Mejora en el flujo de carga	56
3.1.2	Mejora en el sistema de picking	60
3.1.3	Plan de bioseguridad	65
3.2	Sistemas de información.....	66
3.2.1	Software de gestión del depósito temporal	66
3.2.2	Software para el sistema RFID.....	69
CAPÍTULO IV: Aspectos económicos de la propuesta		70
4.1	Análisis Costo - Beneficio	70
4.2	Evaluación económica	73
CAPÍTULO V: Conclusiones y recomendaciones.....		74
5.1	Conclusiones.....	74
5.2	Recomendaciones.....	75
Bibliografía.....		76

Índice de tablas

Tabla 1: Servicios que ofrece el operador logístico	33
Tabla 2: Características de los almacenes de la empresa	36
Tabla 3: Infraestructura de picking.....	38
Tabla 4: Indicadores que impactan/derivan del layout actual	41
Tabla 5: Indicadores que derivan del sistema de picking actual	42
Tabla 6: Número de equipos electrónicos del depósito temporal.....	48
Tabla 7: Indicadores de la infraestructura tecnológica actual	49
Tabla 8: Indicadores de relación entre operarios y equipos electrónicos	49
Tabla 9: Satisfacción del cliente de la empresa durante la pandemia.....	52
Tabla 10: Tasa de variación de empleados durante la pandemia.....	53
Tabla 11: Incremento de carga durante la pandemia	54
Tabla 12: Resumen de los principales problemas encontrados.....	55
Tabla 13: Detalle de tiempos en el flujo de camiones luego de la primera mejora	57
Tabla 14: Detalle de tiempos en el flujo de camiones luego de la segunda mejora.....	59
Tabla 15: Detalle final de tiempos en el flujo de camiones	59
Tabla 16: Detalle de tiempos en el sistema de picking	61
Tabla 17: Matriz de riesgos en el picking	64
Tabla 18: Criterios para la elección del software.....	66
Tabla 19: Matriz de ponderación de factores de elección de software.....	67
Tabla 20: Costos de implementación de las propuestas	70
Tabla 21: Gastos anuales de las propuestas	71
Tabla 22: Beneficio de las mejoras en el flujo de camiones	71
Tabla 23: Beneficios de las mejoras en el sistema de picking	72
Tabla 24: Valor neto del Costo-Beneficio.....	72
Tabla 25: Flujo de caja económico	73
Tabla 26: Cálculo del VAN	73
Tabla 27: Cálculo del TIR.....	73

Índice de figuras

Figura 1: Depósito temporal de Contrans	2
Figura 2: Pallet europeo	5
Figura 3: Pallet americano.....	5
Figura 4: Tipos de contenedores	6
Figura 5: Sistema de almacenamiento para un depósito temporal	7
Figura 6: Partes del montacargas.....	9
Figura 7: Layout de almacenes	10
Figura 8: Sistema de información	13
Figura 9: Evolución de los sistemas en los almacenes	14
Figura 10: Almacén de refrescos en los años 70	15
Figura 11: Flujo de información del WMS	16
Figura 12: Código de barras GS1	17
Figura 13: Flujo de información entre las áreas del depósito.....	19
Figura 14: Esquema de un sistema RFID	20
Figura 15: Aplicación del benchmarking	24
Figura 16: Actividades del depósito temporal.....	25
Figura 17: Índices de operatividad en el depósito temporal.....	26
Figura 18: Expansión inicial del Coronavirus	29
Figura 19: Clasificación ABC de la mercadería en base al mayor flujo.....	34
Figura 20: Marco metodológico	35
Figura 21: Layout actual de la empresa.....	37
Figura 22: Trilateral y traspaleta	39
Figura 23: Factores que influyen en la distribución del almacén.....	40
Figura 24: Relaciones entre las actividades del depósito temporal	45
Figura 25: Software WMS actual	46
Figura 26: Registros duplicados en el sistema.....	46
Figura 27: Análisis de causa-efecto del área de TI	51
Figura 28: Mejora en el tiempo de flujo de camiones	56
Figura 29: Interfaz de ingreso de datos del camión que ingresa al almacén.....	58
Figura 30: Mejora en el sistema de picking.....	60
Figura 31: Ubicación de los lectores RFID en la empresa.....	62
Figura 32: Oracle WMS: Recibiendo data del almacén	68
Figura 33: Oracle WMS: Dashboards con data en la nube.....	68
Figura 34: Software ClearStream RFID	69
Figura 35: Costo de implementación página web empresarial	69

Introducción

El país ha gozado durante muchos años de un constante crecimiento económico. Esto ha propiciado una mayor competencia entre las empresas para poder llegar a los clientes finales. Sin embargo, en el último año una pandemia ha azotado nuestro planeta, lo que ha significado un reto operativo para muchas empresas, y los almacenes no han sido una excepción. Por ello, es necesario aplicar un conjunto de estrategias que permitan a los operadores logísticos -y a todas las empresas en general- a sobrellevar la incertidumbre y sobrecarga logística que ha significado la pandemia.

Asimismo, es casi obligatoria la utilización de las tecnologías de la información para optimizar la operatividad de las empresas y volverlas así más flexibles a los cambios rápidos del entorno. La aplicación de los modelos de inteligencia artificial se hace especialmente interesante ante la incertidumbre y volatilidad de la demanda del mercado.

La gestión de la cadena de suministro es importante en todas las empresas, tan importante como la aplicación de las tecnologías de la información. Sin embargo, en un almacén logístico (conocido también como depósito temporal), la gestión de los almacenes es aún más crítica, ya que la satisfacción de los clientes está íntimamente ligada con los tiempos de respuesta que el almacén les ofrece. Por lo tanto, se desarrollará la teoría de almacenes desde una perspectiva diferente de la que se da a una empresa tradicional de manufactura.

La propuesta de mejora se compone de la sinergia de estos dos componentes: una adecuada gestión de almacenes y la implementación de tecnologías de la información por medio de un sistema RFID para almacenes. Ambas propuestas van de la mano en favor de un solo objetivo que es maximizar los beneficios monetarios del almacén y aumentar las operaciones que maneja.

CAPÍTULO I: Marco teórico

En este capítulo, se expondrán las ideas y conceptos principales que se abordarán a lo largo del presente trabajo de tesis.

1.1 Sistema de almacenamiento físico

Se presentarán los conceptos que ayudarán a entender la importancia de la gestión física de almacenes. Los conceptos estarán alineados al entorno de negocios de un depósito temporal, ya que es el tipo de empresa en la cual se realizó el análisis.

1.1.1 El almacén

Un almacén surge ante la necesidad de tener inventario disponible a la mano para cubrir las necesidades de los clientes. Asimismo, los almacenes son grandes aliados para reducir los costos de transporte, compras y producción. En pocas palabras, un almacén consiste en un espacio físico donde se almacenan mercaderías, que pueden ser materias primas, productos en proceso, o productos terminados (Murray, 2006).

El análisis del presente trabajo de investigación se centra, sin embargo, en un tipo especial de almacenes: el depósito temporal. La finalidad de este tipo de almacén es resguardar la carga importada o exportada durante el proceso de tramitación aduanera de mercancías, es decir, hasta que la autoridad aduanera autorice el levante de la mercadería (Sunat, 2017). En la Figura 1, podemos observar un ejemplo de depósito temporal, en el cual vemos la mercadería resguardada en paletas (pallets).



Figura 1: Depósito temporal de Contrans

Fuente: (Contrans, 2018)

1.1.2 Importancia y objetivos del almacén

La importancia esencial de un almacén radica en dos funciones principales: posesión y manipulación (Anaya, 2007). Entiéndase como posesión a la acción de almacenar la mercancía en las condiciones adecuadas para su conservación. Asimismo, la manipulación consiste básicamente en la carga y descarga de las mercancías en las instalaciones del almacén, aunque también puede incluir el transporte desde y hacia el local del almacén. En este sentido, un almacén estará conformado esencialmente por dos partes: zona de almacenamiento y zona de carga y descarga. Específicamente, en el caso del depósito temporal, también tendremos la zona administrativa de la empresa.

En cuanto al depósito temporal, su principal importancia consiste en ser la estación temporal donde radica la mercadería importada (o exportada) mientras la autoridad aduanera realiza su diligencia con la finalidad de controlar los productos que entran y salen del país (Sunat, 2017). De esta forma, al tener las mercaderías provisoriamente en el depósito temporal, se busca evitar problemas como las incongruencias en la declaración aduanera de mercancías, salida de mercadería prohibida del país, incorrecto cálculo de derechos aduaneros, e inclusive, contrabando y tráfico de drogas.

A continuación, se listan algunos de los objetivos del depósito temporal, muchos de los cuales son exigidos por la Ley General de Aduanas (Sunat, 2017):

- Custodiar de manera segura los bienes que cuenten con la documentación adecuada exigida según la Ley General de Aduanas.
- Transmitir a la Sunat la información relacionada con las mercancías que reciben.
- Garantizar a la Sunat el acceso permanente en línea a la información que asegure la trazabilidad de las mercaderías, con el fin de un adecuado control de la misma.

1.1.3 Técnicas de almacenamiento

La gran mayoría de carga que es sujeta a los regímenes de importación y exportación es de naturaleza general; es decir, carga que se puede manipular sin mucho riesgo de traslado ya que se transportan en cantidades pequeñas e independientes, las cuales se pueden agrupar y almacenar juntas sin ningún inconveniente (Diario del Exportador, 2017).

Para el almacenamiento, debemos tener en cuenta que existen dos tipos de carga general. En primer lugar, tenemos a la carga suelta (o también llamada no unitarizada) la cual consiste en bienes sueltos que se manipulan y transportan por separado, sin requerir ningún tipo de acondicionamiento. En segundo lugar, tenemos la carga unitarizada, la cual consiste en el agrupamiento de mercancías en pallets y contenedores. A la operación de unificar los artículos individuales como paquetes, cajas u otros elementos similares se le denomina unitarización. (Diario del Exportador, 2017)

En el presente trabajo de investigación, se trabajará únicamente con carga general unitarizada, es decir, paletizada y en contenedores. Otros tipos de carga, como la carga a granel o la carga peligrosa no serán parte del desarrollo ya que requieren consideraciones adicionales en cuanto a la infraestructura de la empresa analizada.

Para facilidad del almacenamiento, la carga general unitarizada se agrupa en pallets de medidas estandarizadas. En las Figuras 2 y 3, se observa las medidas estándares de los dos tipos de pallets más utilizados a nivel mundial.

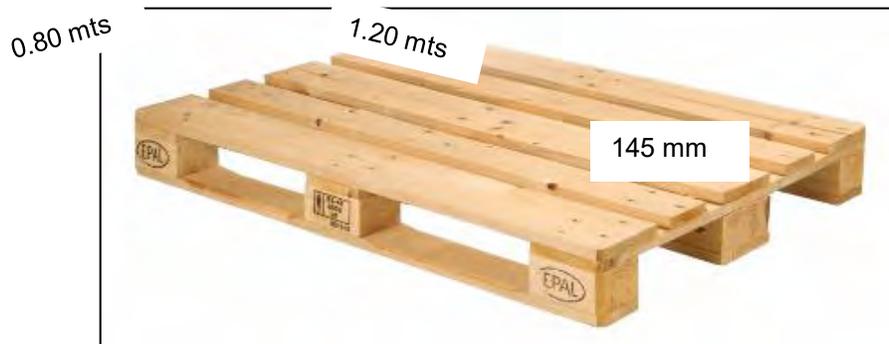


Figura 2: Pallet europeo

Fuente: (EOI, 2017)

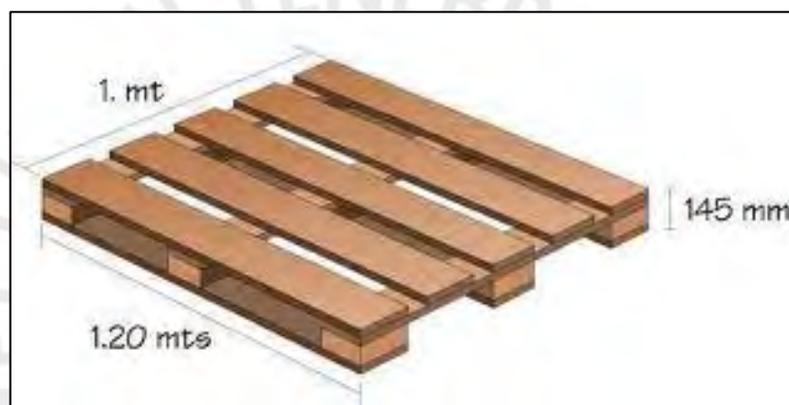


Figura 3: Pallet americano

Fuente: (EOI, 2017)

Al conjunto conformado por la carga paletizada y al pallet se le denomina unidad de carga. Estas unidades llegan al depósito temporal principalmente en contenedores. Los contenedores, al igual que los pallets, tienen medidas estandarizadas de uso internacional.

Existen básicamente dos tipos de contenedores: el contenedor de 20 pies y el de 40 pies. Además, existen otros tamaños de contenedores, pero de uso menos extendido, como por ejemplo el denominado *High Cube*, los cuales se muestran en la Figura 4.



Figura 4: Tipos de contenedores

Fuente: (Movicarga, 2017)

Existen diversos tipos de estanterías para almacenes en general, como el tipo manual estática, para productos convencionales, selectivo de doble profundidad, dinámico con doble profundidad, estanterías drive-in, estanterías drive-through, estanterías de flujo dinámico, entre muchas otras variantes (Anaya, 2007).

El sistema del almacenamiento de un depósito temporal deberá consistir principalmente en el uso de estanterías para paletas convencionales, básicamente por la naturaleza de sus operaciones. En la Figura 5, observamos este tipo de estanterías, llenas de cargas unitarizadas en pallets estándar:



Figura 5: Sistema de almacenamiento para un depósito temporal
Fuente: (Mecalux, 2017)

1.1.4 Principales procesos operativos en el almacén

Los procesos operativos en un almacén se dividen en dos grupos: los que corresponden a la entrada al almacén y aquellos que corresponden a la salida del almacén. En el caso del depósito temporal, de forma similar, tenemos los siguientes procesos operativos (Carreño, 2006)

- a) Entrada al almacén:
- Recepción del contenedor y/o unidades de carga.
 - Apertura y descarga del contenedor de ser el caso.
 - Control mediante la verificación documentaria de la mercadería.
 - Reconocimiento físico
 - Ubicación de la mercadería en el área asignada.

- b) Salida del almacén:
- Picking de la mercadería.
 - Preparación de la mercadería mediante la verificación de la misma y control documentario para el despacho.
 - Expedición de la mercadería al cliente.

1.1.5 El picking

El picking consiste en todas las actividades que implican el traslado de la mercadería desde su lugar en los estantes hasta la zona de expedición. Existen diversas actividades que involucran un correcto picking (Anaya & Polanco, 2007). A continuación, se describen algunas de ellas, haciendo énfasis en las realizadas en un depósito temporal:

- Traslado a los estantes para localizar el producto.
- Reconocimiento de la mercadería a través de un identificador físico o eléctrico.
- Extracción y traslado a la zona de preparación o expedición.
- Descarga en la zona de preparación o expedición.

Existen básicamente dos tipos de procesos de picking (Carreño, 2006): Picking in situ, en la cual el hombre se mueve a la mercadería; y estaciones de picking, basadas en el principio de que la mercancía se mueve hacia el hombre. En los depósitos temporales, el tipo de proceso de picking utilizado es in situ, ya que la naturaleza de la carga que manejan (pallets y contenedores) no permite justificar la utilización de las estaciones de picking, mucho más costosas que los procesos de picking in situ.

Para realizar la labor de picking en un depósito temporal, es necesario contar con una herramienta que nos permita extraer, trasladar y ubicar los pallets de un lugar a otro con facilidad. Esta herramienta es el montacargas, cuya maniobrabilidad permite movilizar pallets dentro del depósito temporal según se requiera. Sin embargo, se debe tener en cuenta que es riesgoso manejar un montacargas, por lo que es imprescindible que exista toda la señalización requerida en el almacén, distinguiendo las áreas de tránsito peatonal y las áreas de tránsito de montacargas.

En la Figura 6, podemos observar a un montacargas estándar, con las partes que contiene de forma general.



Figura 6: Partes del montacargas

Fuente: (Blog de seguridad industrial, 2017)

1.1.6 El layout

Todo almacén debe contar con diferentes áreas que permitan realizar todos los procesos descritos en el punto 1.1.4. Por ello, es necesario establecer el concepto de layout, el cual consiste en la disposición física de las diferentes áreas que existen dentro del almacén (Refulio & Rodríguez, 2011). Es especialmente crítico su diseño ya que de este dependerá el funcionamiento del almacén de forma permanente.

Un almacén deberá contar con las siguientes áreas delimitadas para su funcionamiento (Anaya, 2007):

- Áreas de almacenaje: Es el espacio físico donde se almacenará la mercadería. Se conforma de los estantes y toda la infraestructura necesaria para el almacenamiento adecuado de la mercadería.

- Áreas de manipulación: Aquí se realiza la manipulación de la mercadería. En el caso del depósito temporal, se contempla también la revisión física de la mercadería por parte de la Autoridad aduanera.
- Áreas de carga y descarga: Se componen de los muelles de descarga que tendrá el depósito temporal. Deben estar acorde a los tipos de camiones que trasladan contenedores de 20 y 40 pies.
- Áreas de servicio: En el caso del depósito temporal, tenemos las oficinas administrativas, el área de atención a clientes y la zona de mantenimiento.

Un esquema general del layout de un almacén nos brinda información acerca de flujo que sigue la mercadería al entrar y salir del mismo. En la Figura 7, se observa un diseño de flujo en U (Carreño, 2006), que es el más utilizado en los depósitos temporales.

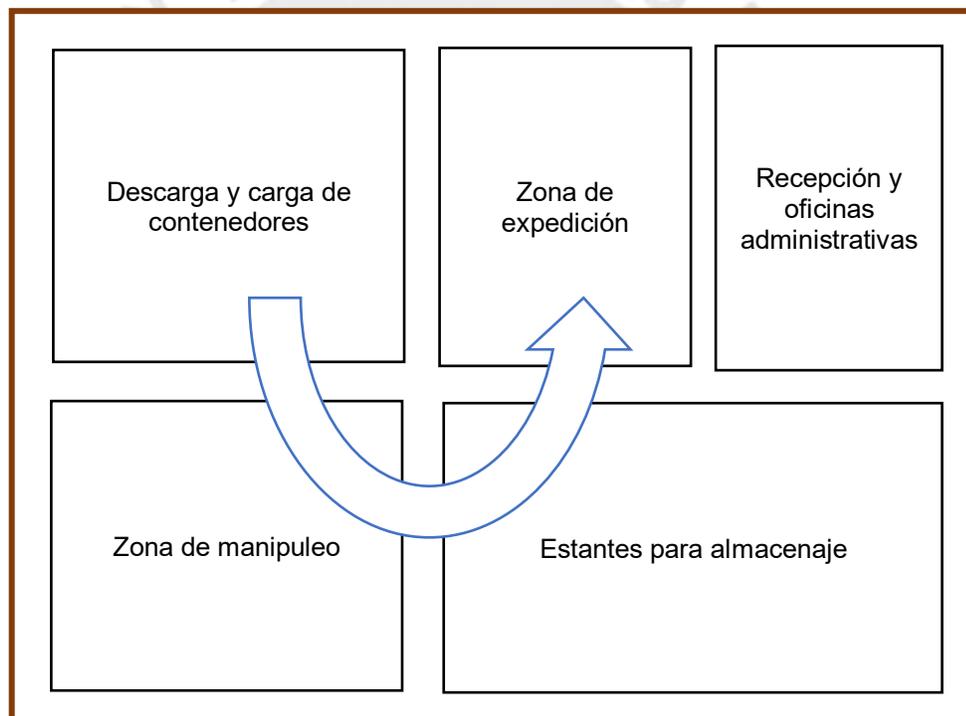


Figura 7: Layout de almacenes

Elaboración propia

Actualmente, el diseño del layout puede ser elaborado con mucho detalle gracias a los programas informáticos actuales de diseño asistido por computadora, como por ejemplo el AutoCAD (Autodesk, 2017). Sin embargo, no se debe olvidar que la finalidad del layout es establecer las áreas de la empresa y el flujo de materiales e información dentro de la misma. Por lo tanto, el uso de detalles debe ser medido, con la finalidad de que la visualización e identificación de elementos del layout sea ágil.

1.1.7 Indicadores de gestión

En la gestión de un almacén, es crítico el control mediante indicadores. En un depósito temporal, podemos manejar los siguientes indicadores (Anaya & Polanco, 2007) para analizar la situación actual:

- Espacio utilizado: Relación entre el espacio total del almacén (medido en m³ o slots) y el espacio ocupado. Esta relación es variable, por lo que se puede manejar promedios en un lapso de tiempo razonable.
- Productividad de almacenes: Relación entre recursos utilizados y los recursos totales del almacén. Brinda una idea respecto a la operatividad del almacén.
- Flota de distribución: Relación entre los camiones que tiene el almacén y su ocupación en términos de capacidad y tiempo de utilización de los mismos. Similar al indicador anterior, pero enfocado en el recurso de transporte.
- Tiempo promedio de despacho: Brinda una idea de la eficacia del proceso de picking del almacén.
- Porcentaje promedio de mercadería en abandono: Ratio equivalente al número total de mercadería en situación de abandono legal, medida en kg, sobre el total de la mercadería ingresada en el almacén en un periodo de tiempo.

El control de los indicadores de gestión del depósito temporal se simplifica con la ayuda de un adecuado sistema de información. En capítulo de Benchmarking, se desarrolla este concepto con mayor detalle.

1.2 Sistemas de información para almacenes

Se presentarán los conceptos que ayudarán a comprender la importancia de los sistemas de información para los almacenes. Luego, se presentarán los principales sistemas aplicables para un depósito temporal, ya que es el tipo de empresa en la cual se realizó el análisis.

1.2.1 Definición e importancia de los sistemas de información

Un sistema de información consiste en el conjunto de elementos (personas, recursos y datos) relacionados entre sí que permiten cumplir determinados objetivos para una organización. Asimismo, se puede definir al sistema de información (logístico) como el conjunto conformado por componentes de infraestructura y aplicaciones que permitan rastrear el estado de la mercadería del almacén en todas las rutas posibles y bajo cualquier estado actual (Naciones Unidas, 2015). Los sistemas de información deben estar soportados en las tecnologías de la información, imprescindibles para obtener respuestas exactas y en tiempo real.

Para un almacén, los sistemas de información buscan optimizar la gestión de las actividades y procesos como la recepción, identificación de mercaderías y contenedores, picking, preparación de expediciones, control en tiempo real y comunicación con la autoridad aduanera, proveedores y clientes (Anaya & Polanco, 2007). Para la optimización de la gestión de las operaciones de un almacén, es crítico y muy importante el manejo de la información (datos) que maneja la empresa (Murray, 2006). Aquí radica la principal importancia de los sistemas de información.

Existen otras operaciones importantes para el almacén que permiten los sistemas de información (Murray, 2006), las cuales se detallan a continuación:

- Resguardo de la información: Consiste en almacenar la información de la empresa de manera segura y confiable. Esto significa que la información no se pierda, elimine o destruya con el transcurrir del tiempo.

- Accesibilidad de la información: Consiste en que las personas que laboran en la empresa puedan acceder a la información que requieren, según su cargo y la información relevante para cada una según sus funciones.
- Actualización de la información: Consiste en poder ingresar información al sistema de manera rápida (de forma manual o electrónica) y que ésta pueda ser visible para toda la organización en tiempo real.

En la Figura 8, se puede observar la relación entre estas operaciones de un sistema de información:



Figura 8: Sistema de información

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que, para un depósito temporal, al igual que para la mayoría de las empresas, el manejo de la información es de vital importancia. Las operaciones que realiza el sistema de información son importantes para que dicho manejo sea el óptimo para los intereses de la organización.

1.2.2 Evolución de los sistemas de información para almacenes

Los sistemas de información para almacenes han ido cambiando y evolucionando a lo largo de las últimas décadas, principalmente influenciados por los avances en las tecnologías de la información. En la Figura 9, se observa en forma resumida, la evolución de los sistemas de información a lo largo del tiempo.



Figura 9: Evolución de los sistemas en los almacenes

Elaboración propia

Hace algún tiempo, en los años 50 y 60, los almacenes centraban su operatividad en la fuerza de personal. Luego, en los mismos años, se ideó la creación del pallet o también llamado unidad de carga. Durante estos años, comenzó la aparición de los primeros sistemas mecánicos que permitían trasladar los pallets de una ubicación a otra dentro del almacén, con la finalidad de reducir el costo de mano de obra de los almacenes (Badillo, 2017). Estos métodos provocaron que los almacenes sean más eficientes.

En los años 70, los almacenes comenzaron a ser más sofisticados, de forma que podían albergar mayor diversidad de cargas que requerían tratamientos especiales (ver Figura 10), como sistemas de refrigeración para carga perecedera, equipos especiales para la manipulación de carga peligrosa. Asimismo, en estos años se concibió el concepto de interactividad en tiempo real, con lo que el dinamizó aún más la eficiencia de los almacenes (Murray, 2006).



Figura 10: Almacén de refrescos en los años 70

Fuente: (RefrescosTV, 2017)

En los años 80, aparecieron las interfaces de usuario, las cuales permitían interactuar de forma más eficaz con el sistema en tiempo real y realizar un control más automatizado (Anaya & Polanco, 2007). Aparecieron los primeros programas de ofimática que sirvieron de inicio para manejar más efectivamente los almacenes.

En los años 90 hacia adelante, se profundizó en las tecnologías de información para almacenes, creando sistemas dedicados completamente a los mismos. Estos sistemas se encuentran en continuo desarrollo con el propósito de crear valor a la gestión de los almacenes (Badillo, 2017).

Actualmente, se vive un ambiente de constante competencia entre las empresas, donde prima la innovación y la diferenciación para poder mantenerse en el mercado (Kotler & Armstrong, 2012). Los almacenes deben, por tanto, exigirse en brindar soluciones rápidas y exactas a sus clientes con la finalidad de mantenerse en el competitivo sector logístico. En el caso de los almacenes modernos, los sistemas de información actuales permiten realizar un control completamente automatizado donde se utiliza la inteligencia artificial con la finalidad de que el mismo sistema brinde la ubicación de dónde está y dónde debería estar cada unidad de carga. De esta manera, el operario del almacén sabe exactamente dónde y en qué estado se encuentra determinada mercadería, por lo que es posible atender los requerimientos del cliente de forma rápida y precisa (Murray, 2006). Esto a su vez, implica mayores costos de inversión en el depósito temporal, razón por la cual muchas empresas que se dedican al almacenaje aún no se animan a realizar este paso.

1.2.3 Conceptos generales y funcionalidad del WMS

Un sistema ERP (Sistema de planificación de recursos) es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de las operaciones de una empresa (Aner, 2017), el cual generalmente es modular; es decir, cuenta con un módulo especializado para cada área de la empresa: producción, ventas, contabilidad, finanzas, entre otros. Por consiguiente, un WMS (Warehouse Management System) viene a ser un sistema de información que permite la gestión y control de los recursos del almacén y la información interrelacionada entre ellos. Se concluye entonces que el WMS es un módulo o subsistema del ERP, especializado en el área de la logística de almacenes.

El WMS trabaja bajo ciertos principios. En primer lugar, cada artículo a almacenar debe estar identificado con un código único y representado por una etiqueta. (WMS, 2017) En el caso del depósito temporal la figura es similar, sólo que en este caso el código identificador será para cada unidad de carga (pallet). De esta forma, se podrá monitorear el estado y la ubicación de cada código almacenado en la base de datos del WMS (ver Figura 11). En segundo lugar, cada posición de almacenamiento dentro del almacén debe estar codificada; esto posibilita ubicar una posición dentro del depósito temporal, así como monitorear el estado en el cual se encuentra: libre, ocupado o reservado. En conclusión, el WMS hace posible que la automatización del almacén sea más fácil, orientado a la lectura de códigos de barras y minimizando en lo posible la información que el operario ingresaría de forma manual.

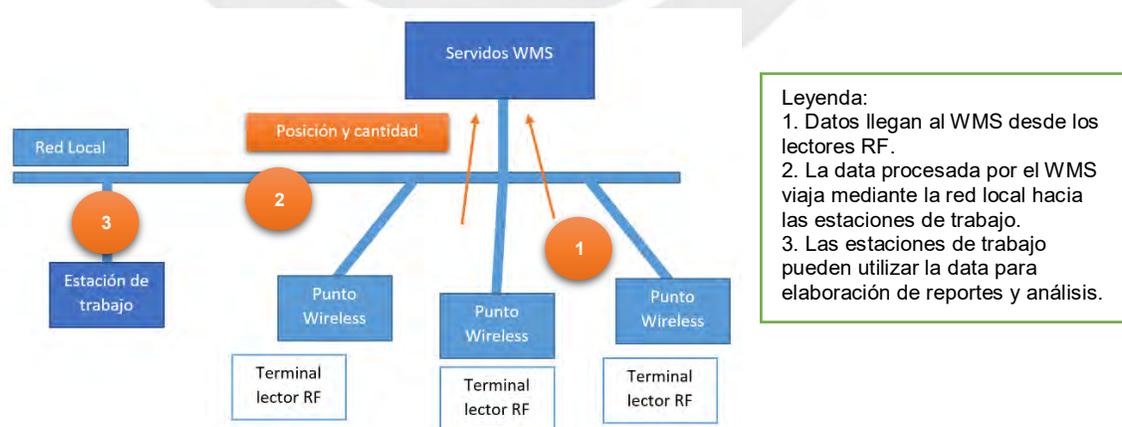


Figura 11: Flujo de información del WMS

Elaboración propia.

Los códigos de barras que se utilizaban por convención a nivel mundial corresponden a la EAN (European Article Number). Sin embargo, en el año 2005 EAN se fusionó con la UCC (Uniform Code Council) formando la GS1, el cual es actualmente el máximo representante de la normalización de códigos de barras (GS1, 2017). En la Figura 12, se observa un código de barras típico de la GS13, el cual es el más utilizado y la leyenda de la numeración.



Figura 12: Código de barras GS1

Fuente: (BlogGS1, 2017)

En el caso de Perú, la clave GS1 Prefix, correspondiente a los tres primeros dígitos identificadores del país, es 775.

Este sistema de identificación posibilita que el WMS gestione adecuadamente los tres procesos básicos del depósito temporal (Francisco, 2014): recepción, almacenamiento y distribución (despacho). En el proceso de recepción, se ingresa al WMS la información acerca de la mercadería que está ingresando al depósito temporal, aunque frecuentemente, ya se cuenta con esta información desde mucho antes que la mercadería ingrese al recinto del depósito temporal. En el proceso de almacenamiento, se ingresa al WMS la información concerniente al espacio físico que tendrá la mercadería recién ingresada, así como otras variables como el tiempo tentativo en el cual la

mercadería estará en el almacén y el estado en el cual se está almacenando la mercadería. Con esta información, es posible realizar la trazabilidad por medio del WMS, así como tener un mapeo detallado del depósito temporal con los estantes ocupados o libres, pasillos y patios de operación (Anaya, 2007). Por último, en el proceso de distribución (o despacho) el WMS localiza la mercadería almacenada en el depósito temporal para su despacho, lo que implica a su vez el cambio de estado de su localización en el almacén de ocupado a libre. Con esta información, el WMS permite la optimización de los recursos de despacho, como los montacargas, mediante un recorrido adecuado según las mercaderías a despachar; así como la agrupación adecuada de las órdenes de salida y establecer el orden de prioridad de los despachos (Francisco, 2014).

1.2.4 Criterios para la evaluación y selección del WMS

Un buen WMS debe cumplir ciertas tareas básicas que permitan automatizar la gestión del depósito aduanero, las cuales se describen a continuación (Francisco, 2014):

- Administrar y controlar las ubicaciones del operario y recursos del almacén.
- Generar un control de la mercadería del almacén en tiempo real.
- Automatizar los procesos de descarga y carga de contenedores.
- Generar órdenes de almacenamiento o de expedición.

Ahora bien, la selección del WMS debe ajustarse a la envergadura de la empresa analizada; es decir, un almacén pequeño no ameritaría un WMS demasiado sofisticado y adquirirlo afectaría seriamente a sus ingresos. La elección debe ser analizada contra todos los escenarios posibles.

Actualmente, el módulo de logística del ERP SAP es uno de los WMS más utilizados alrededor del mundo. Este módulo logístico, al igual que todo el ERP SAP, se compone de transacciones, que permiten realizar diversas actividades dentro del almacén (Francisco, 2014). La ventaja de SAP, como los mismos desarrolladores afirman, es proveer la capacidad de tener la mercadería correcta en la ubicación adecuada, en el tiempo correcto y al costo más competitivo (Murray, 2006).

Cuando se analiza la operatividad del depósito temporal, y de cualquier almacén en general, es importante reconocer que existen tres tipos de flujos que el WMS debe gestionar (Murray, 2006): el flujo de materiales, correspondiente al traslado de mercadería de un punto a otro y su monitoreo; el flujo de información, correspondiente a las órdenes generadas y a las actualizaciones de expedición en tiempo real; y el flujo financiero, correspondiente al flujo de documentos que serán sustento de ingresos y egresos de la compañía (ver Figura 13).

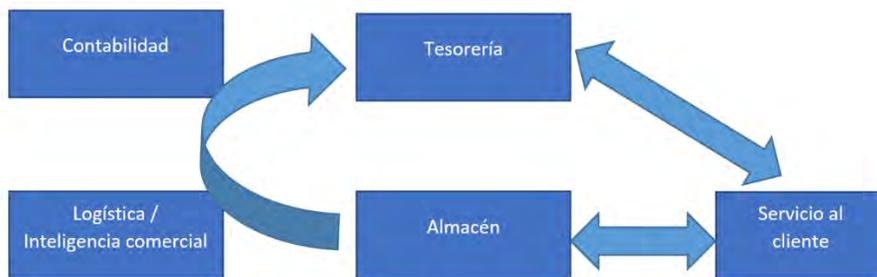


Figura 13: Flujo de información entre las áreas del depósito
Elaboración Propia

En el presente trabajo de investigación, la selección del WMS a utilizar se realizará mediante la técnica de la matriz de ponderación de factores. Este método consiste evaluar factores cualitativos que se consideran relevantes en la elección del WMS para el depósito temporal. A continuación, se listan los pasos del método de ponderación de factores (Baca Urbina, 2006):

- Elaborar una lista de factores relevantes para la selección.
- Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa. Este peso quedará a criterio del investigador.
- Asignar una escala común a cada factor. Establecer una tabla que permita identificar la calificación que se le dará a cada factor.
- Calificar a cada WMS candidato de acuerdo a la escala y multiplicar la calificación por el peso correspondiente a cada factor.
- Sumar la puntuación de cada WMS candidato y elegir el de máxima puntuación.

1.2.5 Nuevas tecnologías aplicadas: El sistema RFID

El sistema RFID (Radio Frequency Identification) se ha extendido recientemente en la gestión de la cadena de suministro de diversas empresas a nivel mundial. Es una tecnología originaria del MIT alrededor del año 1920. (Dargan, 2005) Su uso actual extendido se ha debido principalmente al mejoramiento de su tecnología y a la minimización de costos.

El funcionamiento de un sistema RFID es simple. Consta básicamente de tres partes: un transpondedor o etiqueta RFID, un transceptor o lector RFID y un subsistema de procesamiento de datos, el cual puede ser un PLC o una computadora. Tanto la etiqueta como el lector cuentan con una antena que permite la comunicación entre ellos. La antena del lector genera un campo magnético que activa la etiqueta y de esta forma se genera el intercambio de información. La información de la etiqueta puede ser leída y también ser modificada; lo cual depende del procesamiento que se le haya dado a la información en el PLC o en la computadora.

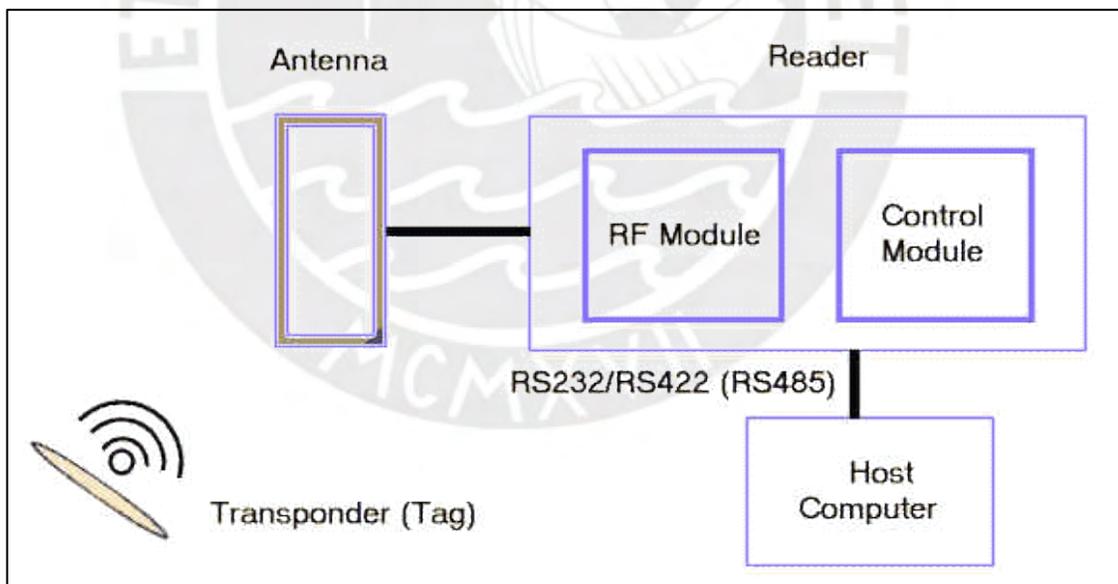


Figura 14: Esquema de un sistema RFID

Fuente: (RF-ID Technology, 2005)

Existen esencialmente dos tipos de sistemas RFID: los sistemas de baja frecuencia y los sistemas de alta frecuencia (Dargan, 2005). Los de baja frecuencia (30 KHz a 500 KHz) tienen rangos de lectura cortos y por lo tanto bajos sus costos son menores. Los de alta frecuencia (850 KHz a 950 KHz y de 2,4 GHz a 2,5 GHz) tienen rangos de lectura mucho mayores, sus costos son elevados y las velocidades de escaneo son mucho más altas.

Las etiquetas RFID pueden ser de dos tipos: activas y pasivas. Las etiquetas activas tienen una fuente de alimentación, mientras que las pasivas no lo tienen. Por esta razón, las etiquetas activas son más costosas, sin embargo, tienen capacidades de escritura y lectura, mayor capacidad de memoria y un mayor rango de operación. Por otra parte, las etiquetas pasivas no tienen una fuente de alimentación, por lo que son más baratas que las etiquetas activas. Además, son de sólo lectura generalmente, con un rango de operación pequeño y con una memoria de menor capacidad.

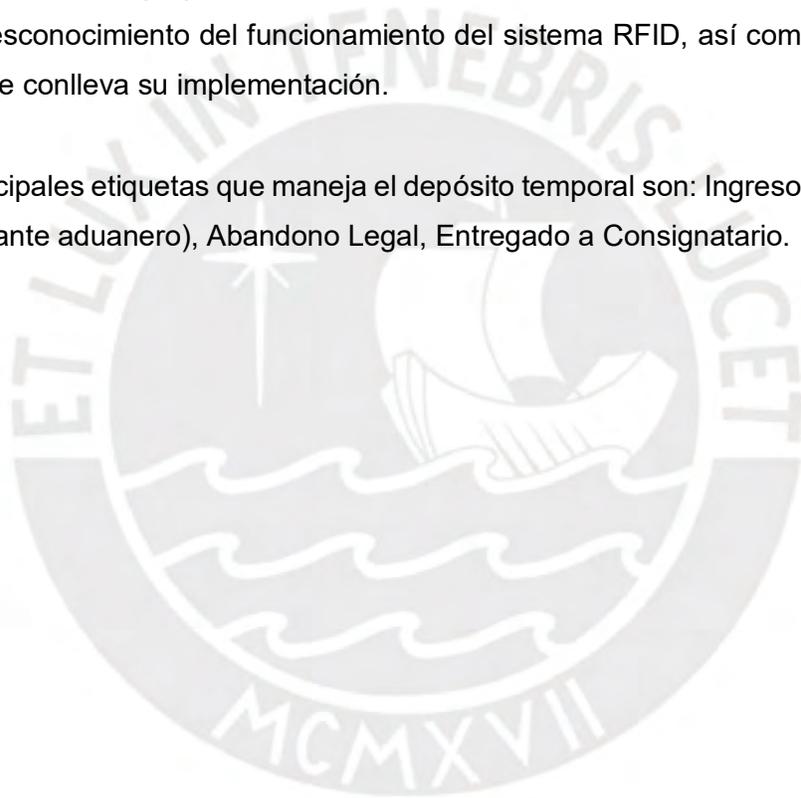
El sistema RFID tienen ventajas claras sobre la utilización del conocido y ampliamente utilizado sistema lector de código de barras (Dargan, 2005). A continuación, se detalla las ventajas que tiene este sistema sobre el uso del código de barras:

- En el uso del código de barras, debe existir visión directa entre el código y el lector de código. En cambio, en el sistema RFID no es necesario que exista esta visión directa, la comunicación entre la etiqueta RFID y el lector RFID se da a varios metros de distancia y a través de objetos.
- Un código de barras impreso y adherido a un producto/caja/pallet no puede almacenar mucha información. Por otra parte, una etiqueta RFID tiene mayor capacidad de almacenamiento para guardar más información por mucho tiempo.
- Los datos que se han codificado a través de un código de barras son estáticos, es decir, no pueden ser modificados. En cambio, los datos de una etiqueta RFID son dinámicos; es decir, pueden ser leídos y también ser modificados.

Pese a estas ventajas, el uso de esta tecnología no está muy difundido en nuestro país, aunque existen ciertas empresas que han implementado sistemas RFID con éxito. Las principales causas que frenan el desarrollo de sistemas RFID en el Perú son las siguientes (Medina, 2016):

- Proveedores que ofrecen soluciones empíricas sin base ni fundamento normativo, que aseguren una exitosa implementación del sistema RFID.
- Falta de pasión y compromiso con la tecnología como herramienta para el desarrollo sustantivo del país, en aras de obtener simplemente mayores réditos en el menor tiempo posible.
- Desconocimiento del funcionamiento del sistema RFID, así como de las ventajas que conlleva su implementación.

Las principales etiquetas que maneja el depósito temporal son: Ingreso normal, Liberado (con levante aduanero), Abandono Legal, Entregado a Consignatario.



1.3 Benchmarking y variables a evaluar

El benchmarking consiste en una herramienta que permite establecer un proceso de medición de la empresa analizada con relación al sector en la cual se encuentra. La finalidad es comparar el servicio que actualmente brinda el depósito temporal con aquellas empresas de envergadura similar que radican en el mismo rubro comercial. El objetivo de esta práctica es el aprendizaje de las prácticas positivas que tienen las empresas líderes en el mercado en determinadas áreas de interés.

Para elaborar un correcto benchmarking se pueden seguir ciertos pasos (Maram, 2017):

- Identificar qué proceso, área o producto se desea mejorar.
- Identificar las organizaciones que posean las mejores prácticas y evaluar si es factible aplicarlas en la organización.
- Definir qué es lo que se va a medir.
- Definir el método de recopilación de datos.
- Comparar el análisis de lo medido con el desempeño actual de la empresa.
- Proponer niveles de desempeño futuros, así como establecer tiempos para cumplirlos.
- Ejecutar la propuesta, en la medida de lo posible sin interferir el proceso de manera sustancial.
- Medir los resultados, monitorearlos y establecer la periodicidad de las mediciones, ya que se trata de un proceso de mejora continua.

La aplicación de estos pasos implica el compromiso de todos los departamentos de la empresa. El proceso de aplicación del benchmarking involucra un horizonte de tiempo en el cual se desarrollan las etapas de diagnóstico, implementación, análisis de resultados y control de indicadores (Watson, 1995). Por este motivo, se debe establecer adecuadamente el tiempo de aplicación del benchmarking con la finalidad de obtener resultados progresivos que conlleven sostenidamente al objetivo final.

El objetivo final del aprendizaje de las buenas prácticas es poder igualar e inclusive superar los indicadores promedio del sector analizado. En la Figura 15, se puede graficar esta situación:

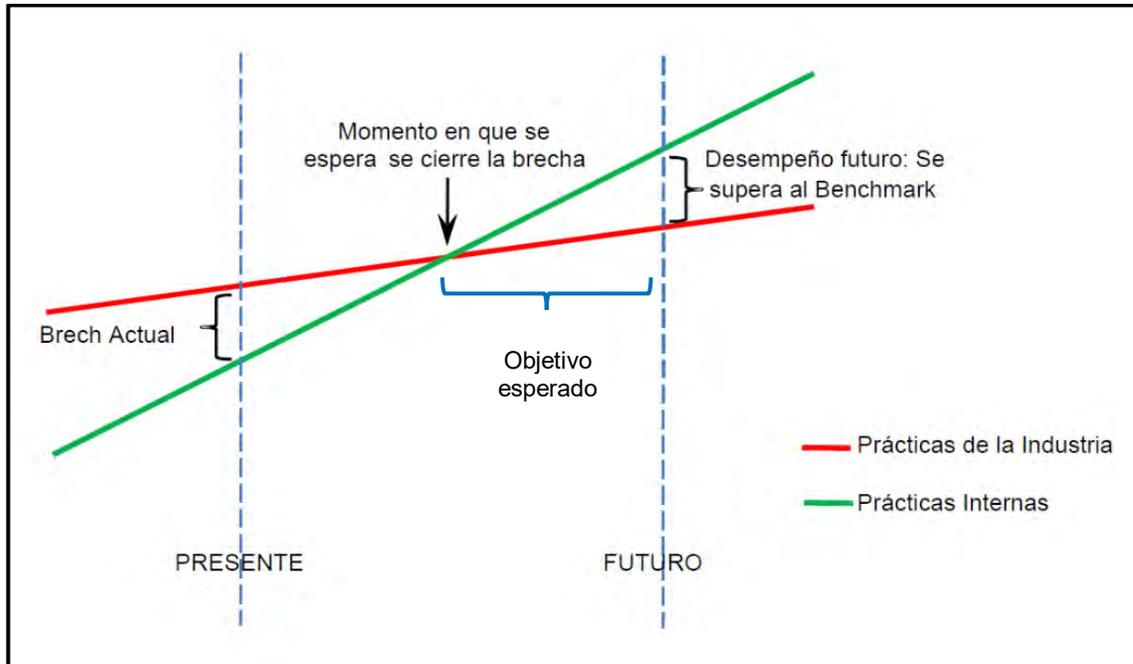


Figura 15: Aplicación del benchmarking

Fuente: (Refugio & Rodríguez, 2011) (Watson, 1995)

1.3.1 El depósito temporal

A continuación, se define el sector en el cual opera un depósito temporal. Este tipo de empresa es un operador logístico que está relacionada directamente con el proceso de importación y exportación de mercancías. Un depósito temporal debe recibir autorización de la autoridad aduanera para operar. En sus instalaciones, puede ingresar mercadería del extranjero que haya o no haya sido acogida a un régimen aduanero (Sunat, 2017).

El dinamismo que ha tenido el sector de comercio exterior en el país ha posibilitado la aparición de más depósitos temporales en comparación con algunos años atrás. Asimismo, los depósitos temporales líderes del sector se consolidaron como marca y buscan alianzas estratégicas con las navieras para poder obtener la mayor cantidad de clientes y, por ende, carga para sus almacenes (Gestión, 2015).

Según el informe del sector logístico del Banco Mundial del 2016, los depósitos temporales, y en general todos los operadores de comercio exterior, deben centrar sus operaciones en las actividades que den valor a sus clientes. A continuación, se muestra una gráfica que permite visualizar estas actividades principales:

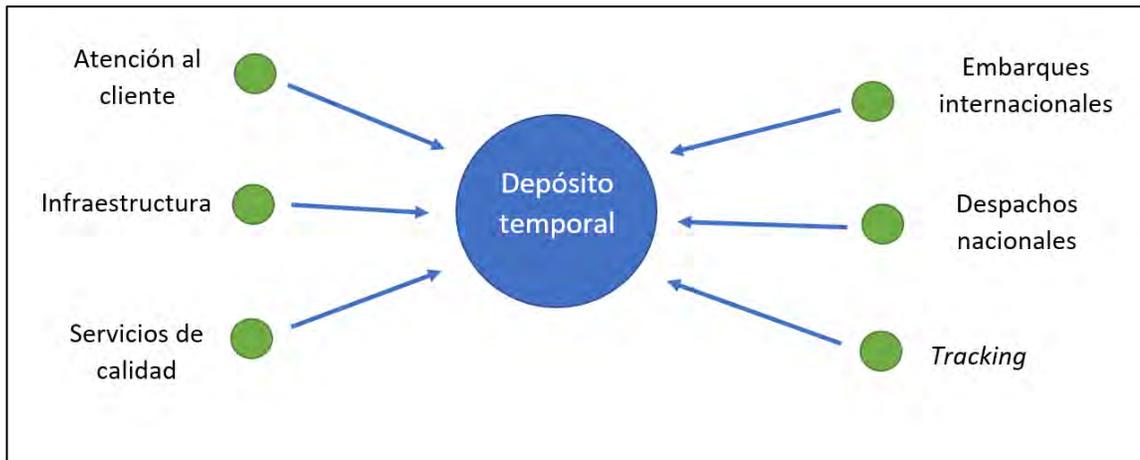


Figura 16: Actividades del depósito temporal
Elaboración Propia.

1.3.2 Principales índices de competitividad

A nivel mundial, los primeros referentes en el sector logístico son los países de Alemania, Luxemburgo y Suecia (Arvis, 2016). Estos países, que conforman el grupo de los más desarrollados, deben abordar cuestiones centradas en el desarrollo de la calidad y los servicios al cliente (Arvis, 2016). Además, según Daniel Saslavsky, actualmente las políticas actuales logísticas no se limitan únicamente al transporte y la facilitación del comercio, sino que también se debe incluir a los servicios, infraestructura y planificación (Saslavsky, 2016). En conclusión, en el sector logístico, donde se desarrollan los depósitos temporales, se tiene principalmente dos indicadores donde se desarrollan los índices de competitividad. La primera consiste netamente en la operatividad de la empresa y la segunda tiene que ver con el servicio que la empresa brinda a sus clientes.

En cuanto a la operatividad de la empresa, se tiene los siguientes índices de competitividad en el sector de depósitos temporales:

- Ratio de mercadería en abandono legal¹: Mercadería en abandono legal en kilos sobre el total de mercadería que ha sido ingresada al depósito por un periodo de tiempo dado. Es importante considerar este ratio para comparar si en relación con otras empresas, nos ubicamos en el promedio, ya que tener mercadería en abandono legal en exceso, implica mayores costos para el depósito temporal. Cabe resaltar que la mercadería en estado de abandono legal, pasa a disposición de la Autoridad Aduanera, la cual elige el destino de dicha mercadería, los cuales pueden ser remate, adjudicación, destrucción o entrega al sector competente (Sunat, 2017).
- Índice de utilización de flota de camiones: Este índice nos da una idea de cuántos camiones tenemos en exceso. La idea es verificar el costo de transporte que asume el depósito temporal en comparación con la competencia.

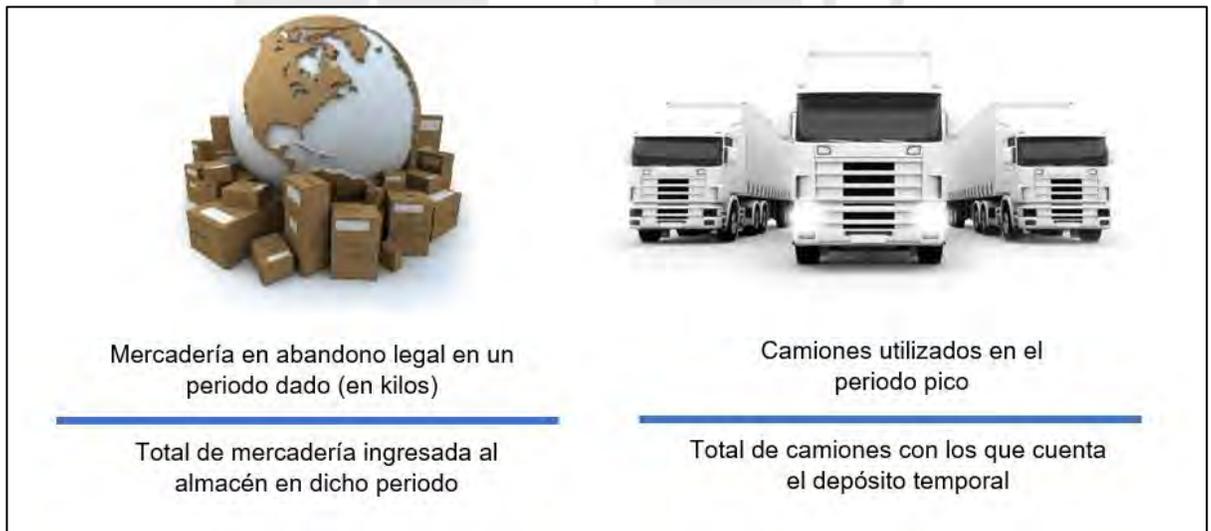


Figura 17: Índices de operatividad en el depósito temporal

Elaboración Propia.

¹ Se considera mercadería en condición de abandono legal a toda aquella que, luego de ingresada al depósito temporal, haya transcurrido 30 días o más y nadie ha gestionado su retiro del recinto del depósito. (Sunat)

En cuanto al servicio que brinda el depósito temporal a sus clientes, se tiene los siguientes índices de competitividad (Banco Mundial, 2017):

- Índice de reclamos: Equivale al número de reclamos de atención al cliente que tiene el depósito temporal con relación al número de embarques totales en un periodo de tiempo.
- Tiempo promedio de respuesta de atención al cliente: Equivale al tiempo en el cual el depósito temporal absuelve cualquier duda/consulta y/o trámite que el cliente desea realizar. Este indicador es muy importante, sobre todo al compararlo con las otras empresas del sector, con la finalidad de mejorar la atención al cliente y mantenerlo.
- Tiempo promedio para facilitar y hacer seguimiento a los envíos: Equivale al tiempo en el cual el depósito temporal absuelve específicamente consultas acerca del estado actual de una carga. Este indicador es muy importante, ya que el cliente necesita saber con precisión en dónde se encuentra su carga para organice a su vez sus tiempos.

1.3.3 La pandemia

Una pandemia equivale a la propagación rápida e inminente de una nueva enfermedad en una gran extensión de territorio o a nivel mundial (OMS, 2020). A lo largo de la historia, el ser humano ha padecido la aparición de diversas pandemias. Este hecho, el cual es circunstancial e impredecible, tiene un impacto directo en los indicadores de operación del depósito temporal y de todas las operaciones logísticas en general.

Esto quiere decir que, ante la alerta del surgimiento de una pandemia, el ser humano pondrá en marcha todos los mecanismos para contener la misma, como por ejemplo la cuarentena, medida que ha sido efectiva y ampliamente utilizada desde la pandemia de la peste negra. Los efectos inmediatos que ocasionan una pandemia a nivel mundial actualmente son los siguientes:

- **Efecto devastador en las empresas:** Muchas empresas se irá a la bancarrota a partir del confinamiento, sobre todo las pequeñas y medianas empresas, y las ligadas a las actividades turísticas y recreativas. Inclusive empresas grandes y

corporaciones se ven afectadas: si no entran en bancarrota, despiden a una cantidad considerable de personal (BBC, 2020).

- **Desempleo:** Este efecto está ligado directamente con lo mencionado sobre las empresas. Millones de personas pierden sus empleos durante la pandemia y además el empleo informal crece considerablemente. Por otra parte, para la población joven viene a ser más difícil conseguir empleo ya que muchos de ellos no tienen experiencia laboral y la oferta por parte de las empresas que aún no hayan entrado en bancarrota disminuirá considerablemente (BBC, 2020).
- **Caída del precio de las materias primas:** Dada la crisis económica generalizada, la baja demanda por las materias primas principales ocasionaron la caída en los precios (BBC, 2020). El más resaltante caso es el precio del petróleo, cuyo valor disminuyó drásticamente ya que el flujo de vehículos a nivel mundial disminuyó por varios meses a causa del confinamiento.
- **Saturación del sistema sanitario:** Dado que el nivel de contagio en una pandemia es muy alto, los sistemas sanitarios de cada país no pueden responder efectivamente. La incertidumbre por el progreso de la enfermedad, el desconocimiento de la patología de la enfermedad y la cantidad de personas que requieren atención médica de forma abrumadora son las principales causas de esta saturación (BBC, 2020).

A finales del 2019, se produjo la pandemia del Covid-19, comúnmente conocida como la pandemia del coronavirus, la cual tuvo su origen en la ciudad de Wuham, China y se expandió a casi todos los países del mundo en tiempo récord. Nunca se supo el origen de la pandemia; sin embargo, se considera que tuvo lugar a partir de un mercado de animales exóticos en Wuham (OMS, 2020). Pese a que se tuvo conocimiento de esta pandemia en el resto del mundo, no se le dio la importancia debida y las medidas de confinamiento y aislamiento mundial se realizaron muy tarde, lo que ocasionó la expansión inminente del virus. Hacia finales de noviembre de 2020, la pandemia ha contagiado a más de 60 millones de personas y dejado un saldo de 1 300 000 muertos aproximadamente (Hopkins, 2020).

En el siguiente gráfico, se observa la agresividad con la cual se expandió la pandemia en América Latina, durante el primer mes.

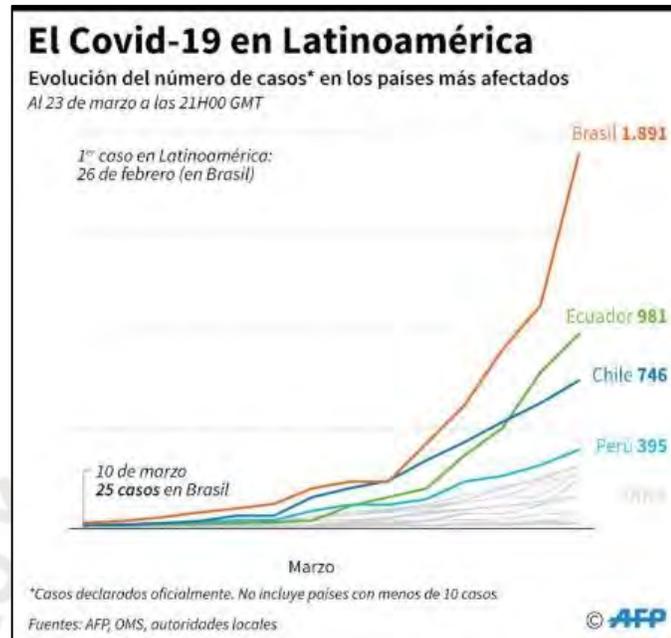


Figura 18: Expansión inicial del Coronavirus

Fuente: (Diario El Peruano, 2020)

1.3.4 Desafíos logísticos en tiempos de pandemia

En el Perú, se conocen tres tipos de desafíos que se deben enfrentar las empresas a nivel logístico (ESAN, 2020)

- **La cadena de abastecimiento:** A raíz del confinamiento que se ha dado en muchos países, la mayoría de las empresas logísticas han paralizado sus operaciones en forma parcial o total. Esto ha ocasionado que la cadena de suministro de muchos productos se vea afectada en mayor o menor medida.
- **Falta de capacidad de respuesta:** En general, el sistema logístico no esperaba un cambio tan abrupto en la dinámica de los productos que se comercializan a nivel mundial. Muchos operadores logísticos tienen el reto de adaptarse a la nueva normalidad, en la cual el intercambio comercial está gobernado por productos de primera necesidad y por productos sanitarios, muy requeridos ante la necesidad

de salvaguardar la vida de las personas, al inicio de la pandemia. Curiosamente, luego de esta dinámica inicial, la capacidad de compra de los peruanos se ha ido incrementando considerablemente. Esta situación, sumado a que muchos peruanos exigían sus productos en la puerta de su casa para guardar el confinamiento, ocasionó una sobrecarga en los operadores logísticos.

- **Mano de obra escasa:** Debido al confinamiento realizado para frenar los contagios y al mismo pánico de las personas, la mano de obra comenzó a escasear. Esta situación sumada a la sobrecarga de trabajo en el sector, supone otro desafío a resolver por los operadores logísticos. Asimismo, la regulación peruana exige protección sanitaria adecuada para toda persona que tenga que realizar labores en una empresa.

Asimismo, es importante resaltar que las empresas requerirán una inversión mínima para poder acatar los protocolos de seguridad y redefinir el aforo que tendrá en cada una de sus instalaciones. Según la OMS, el aforo en general para las empresas debe reducirse a un 50% como máximo (OMS, 2020).

1.3.5 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial se está volviendo cada vez más utilizada por las compañías a nivel mundial, no sólo a nivel logístico, sino en general (Galileo, 2020). Esta se define como la aplicación de algoritmos y lenguajes de programación que permiten a los ordenadores a aprender por su cuenta y poder emular el pensamiento humano. Las ventajas de aplicar la inteligencia artificial son (Diario Gestión, 2020):

- **Modelos de predicción:** La inteligencia artificial permite construir modelos de predicción con un margen de error muy bajo teniendo como base una gran cantidad de información de entrada que permita descubrir patrones para analizar el comportamiento del cliente en el corto plazo.
- **Robotización de procesos:** Gracias a la inteligencia artificial, se puede robotizar tareas repetitivas que un humano generalmente se cansa, llega a un nivel de apatía y, por tanto, baja su rendimiento. Un robot no se cansa, no se aburre por explicar

o hacer lo mismo una y otra vez y es capaz de aprender de las respuestas que se le brinda.

Es importante mencionar que, para la mejora de procesos mediante la robotización, se cuenta con diversas herramientas que nos permiten tener un análisis adecuado y poder realizar una propuesta concisa de mejora. Entre las principales herramientas tenemos:

- **Diagrama causa-efecto:** Como su nombre lo indica, sirve para poder evaluar las causas raíces que están ocasionando fallas o problemas dentro de los procesos de una empresa.
- **Diagrama de Pareto:** Esta herramienta permite tomar decisiones en base a la priorización. Muchas veces los problemas en los procesos de una empresa son ocasionados por principalmente dos o tres causas de las muchas que pudieran plantearse.
- **Diagrama de Flujo de actividades:** Esta herramienta permite plasmar específicamente cada una de las actividades que componen un determinado proceso, sub-proceso o macro-proceso de una empresa.
- **Lean Manufacturing:** Esta herramienta está centrada en agilizar los procesos de forma que sean sencillos y estén focalizados en brindar la mejor experiencia para el cliente.

CAPÍTULO II: Análisis y diagnóstico de la empresa

El presente capítulo presenta el análisis y diagnóstico del depósito temporal.

2.1 Antecedentes

Se expondrá información macro que permita entender la situación de la empresa.

2.1.1 Casos de estudio anteriores

Se ha ubicado principalmente dos casos de estudio que analizan también el desempeño logístico de una empresa.

El primer caso se titula “Análisis y propuestas de mejora de sistema de gestión de almacenes de un operador logístico” (Francisco, 2014), en el cual se analiza la logística de entrada, interna y de salida de un operador logístico. Sus propuestas de mejora se centran en mejorar el abastecimiento, la gestión de la información y la reducción de las roturas de stock. El estudio recalca la importancia de la implementación de la tecnología en la gestión del operador logístico, así como la importancia de la mejora continua como factor de diferenciación en el sector.

El segundo caso de estudio se titula “Propuesta de un modelo de control y gestión de existencias en una empresa de telecomunicaciones usando como herramienta de soporte los módulos MM – WM del sistema SAP R/3” (Refulio & Rodríguez, 2011), el cual desarrolla un interesante y extenso marco teórico con los principales conceptos logísticos. Asimismo, se desarrolla el análisis de una empresa de telecomunicaciones que evidencia las deficiencias en la gestión logística. Las propuestas de mejora mencionadas apuntan a la gestión del abastecimiento y al control de existencias, con la implementación del módulo MM del sistema SAP.

En ambos casos de estudio, se evidencia la necesidad de las tecnologías de la información para poder mejorar notablemente la gestión y control en la logística de las empresas. Así también, en ambos casos se hace mención a las mejoras en las técnicas de abastecimiento (logística de entrada), con la finalidad de optimizar los indicadores de desempeño.

2.1.2 Información general de la empresa

La empresa objeto de estudio se ubica en la zona industrial del Callao. Su actividad principal consiste en la prestación de servicios de almacenamiento aduanero en la modalidad de depósito temporal, así como otros servicios portuarios y de agenciamiento marítimo (Neptunia, 2018). Este abanico de servicios es posible ya que la empresa cuenta con diversos acuerdos comerciales con otros operadores logísticos, tanto en el país como en el extranjero.

En la Tabla 1, se detallan algunos de los servicios que ofrece la empresa:

Tabla 1: Servicios que ofrece el operador logístico

Tipo de servicio	Descripción
Servicios integrados de depósito temporal	Incluye: Descarga de contenedor lleno, Tracción, Gastos administrativos.
Apertura parcial	El servicio incluye la movilización del contenedor y el uso de cuadrilla y/o montacarga, desconsolidación, separación de la mercadería, inspección, pesaje de la mercadería, llenado, movilización del contenedor a la ruma.
Armado de paleta por contenedor	No incluye paleta. El servicio incluye cuadrilla para armado de paleta y plastificado en caso se requiera. (Máximo hasta 20 paletas)
Armado de paleta por paleta	No incluye paleta. El servicio incluye cuadrilla para armado de paleta y plastificado en caso se requiera.

Fuente: (Neptunia, 2018)

2.1.3 Clasificación de la mercadería

Para la realización del análisis y diagnóstico se utilizará el criterio de clasificación ABC para ubicar el tipo de producto al cual se enfocará la presente investigación. Normalmente, la clasificación ABC en una empresa se realiza en base al criterio del valor de los productos o los productos más vendidos. En el caso del depósito temporal analizado se aplicará el criterio de mayor flujo; es decir, se denominará productos “tipo A” a las paletas ya que son los productos que entran y salen con mayor frecuencia, productos “tipo B” a los contenedores ya que entran con cierta frecuencia al depósito temporal pero en menor número que las paletas, y productos “tipo C” a los productos sueltos que eventualmente llegan a la empresa y son de dimensiones y características desconocidas. Dado que el flujo es el principal criterio en una empresa de almacenamiento de estas características, no se ha visto conveniente realizar una clasificación ABC multicriterio.

Para la presente investigación, se considerará como objeto de estudio los productos “tipo A” y “tipo B” porque su naturaleza es más adecuada para explicar las mejoras que se plantearán en cuanto al layout del almacén y al sistema de picking. Asimismo, el sistema de información aplicado para almacenes se entiende de mejor forma con estos tipos de productos. En el caso de productos “tipo C”, dada su incertidumbre en cuanto a dimensiones y características, se hace más complicada la aplicación de estas técnicas de forma estandarizada; sin embargo, se puede plantear algún método para categorizar estos productos “tipo C” de carga suelta para poder ser estudiados.

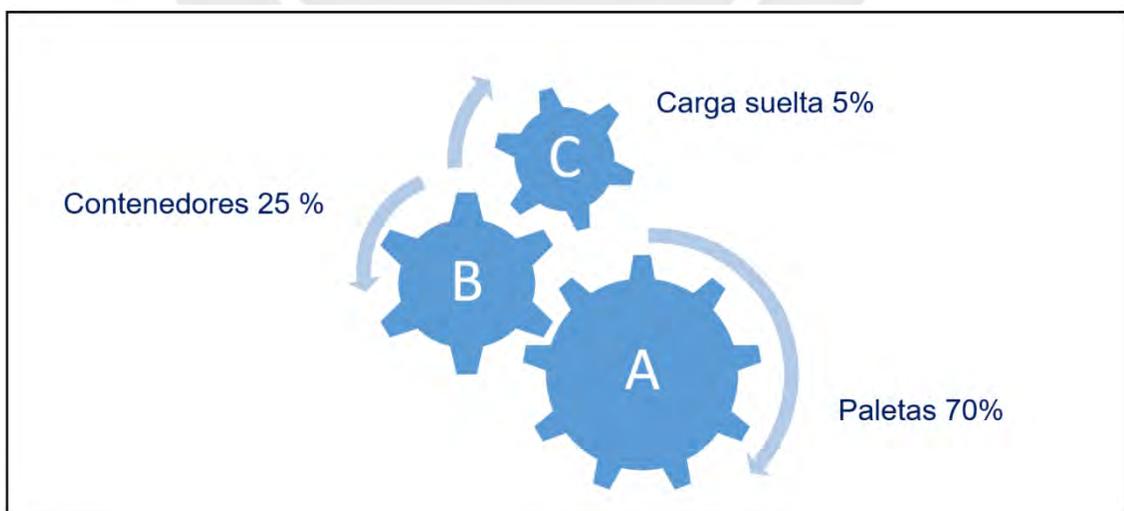


Figura 19: Clasificación ABC de la mercadería en base al mayor flujo

2.2 Marco metodológico

En la Figura 20, se representa la estructura sobre la cual se desarrollará el presente trabajo de tesis, el cual comienza en el análisis, pasando luego por el diagnóstico y culminando en las propuestas de mejora para la empresa en estudio.

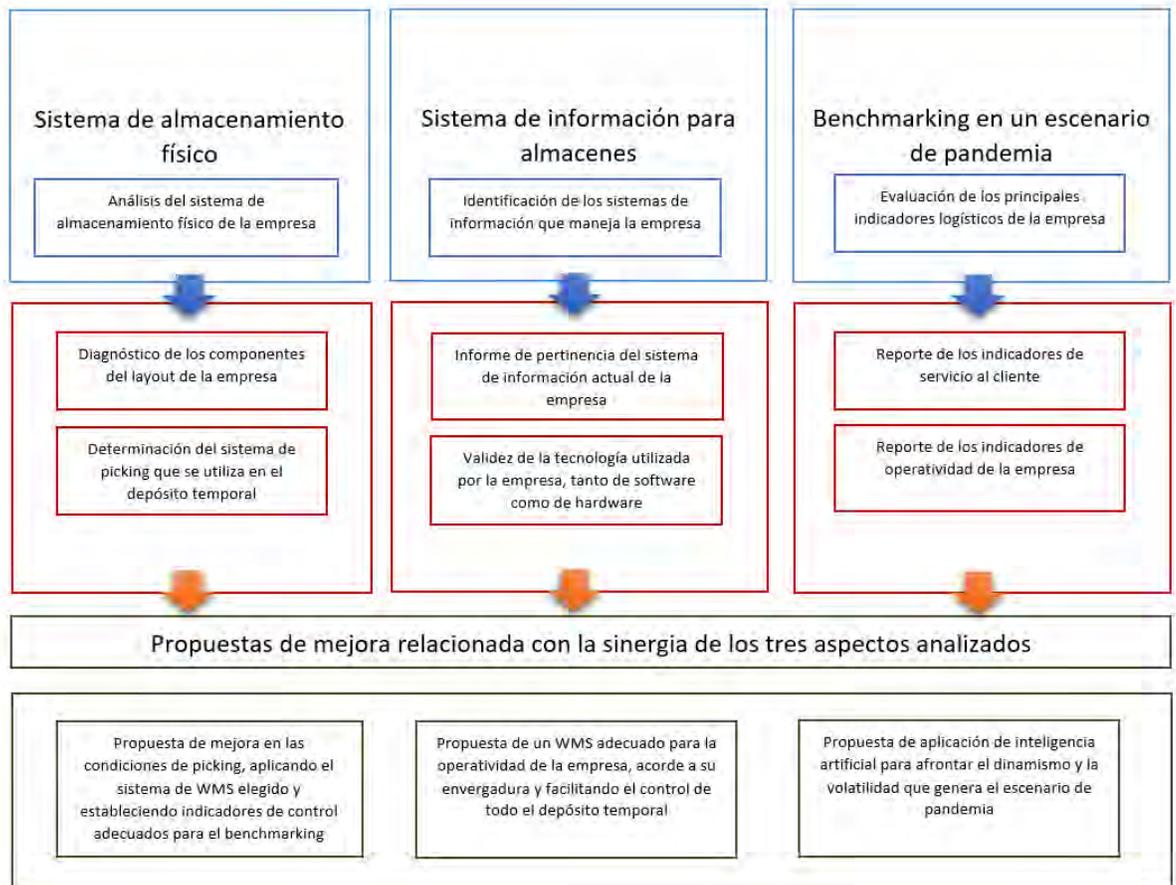


Figura 20: Marco metodológico

2.3 Análisis y diagnóstico del sistema de almacenamiento físico

El análisis del sistema de almacenamiento físico del depósito temporal se centralizará en dos principales componentes: el layout y el picking.

2.3.1 Análisis del layout actual

En primer lugar, se detallará las características principales de la empresa, con la finalidad de describir el layout actual. Estas se resumen en la Tabla 2:

Tabla 2: Características de los almacenes de la empresa

Característica	Medición
Área total de almacenamiento	41,000 m ²
Área de almacén techada	30,000 m ²
Posiciones de rack en todos los almacenes	21,000 posiciones
Niveles de altura de racks	7 niveles (13 metros de altura)

Fuente: (Neptunia, 2018)

A partir de estas características primarias, es que se puede establecer el layout de la compañía, sin embargo, se debe considerar además las áreas de circulación vehicular, que la empresa utiliza tanto para la entrada como la salida de mercancías. La diferencia que existe entre el área total de almacenamiento y el área total techada corresponde al área destinada para el almacenamiento de contenedores.

En la Figura 21, se observa el layout actual de la empresa. Como se puede apreciar, se observan las áreas techadas tanto para paletas como para contenedores, así como un área no techada para contenedores. Asimismo, se observa que cuenta con zonas para carga y descarga tanto de paletas como de contenedores. Finalmente, también se observa el flujo que se les permite realizar a los camiones que ingresan y salen del depósito temporal.

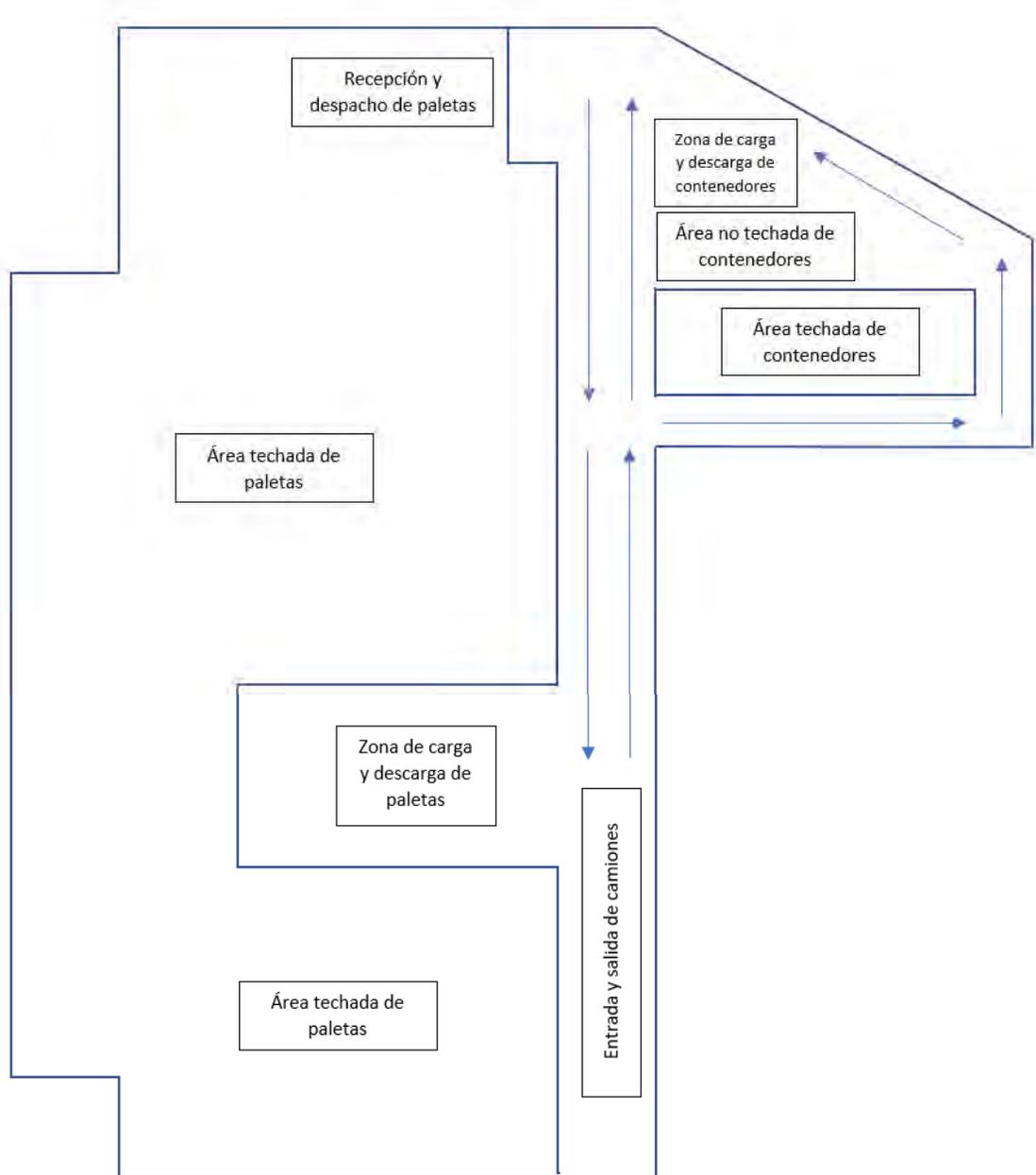


Figura 21: Layout actual de la empresa

En relación con los puntos de control, se pueden apreciar los siguientes:

- Punto 1: Entrada del depósito temporal. Aquí se realiza el control de camiones que entra y sale del depósito temporal. Se verifica que el camión que está entrando o saliendo esté registrado en el sistema, con la finalidad de evitar que entre o salga mercadería por vehículos no autorizados.

- Punto 2: Zona de carga y descarga de paletas. Aquí se realiza el control de la mercadería que entra y sale del depósito temporal. Se verifica la mercadería que está ingresando o saliendo, las condiciones de la mercadería, así como los controles que exige o pudiera exigir la Autoridad Aduanera.
- Punto 3: Zona de carga y descarga de contenedores. Aquí se realiza el control de contenedores que entra y sale del depósito temporal. Se verifica el estado del contenedor en caso no sea abierto, y en el caso de la apertura, también se verifica la mercadería que lleva adentro. También se verifica los controles que exige o pudiera exigir la Autoridad Aduanera.

La labor logística de un depósito temporal es sumamente delicada ya que se trabaja con mercadería de diversa naturaleza y diversos dueños o consignatarios. Por este motivo, no puede haber pérdida de mercaderías, sin ocasionar una obligación de reposición por parte de la empresa, salvo pérdidas muy específicas por traslado de ciertos productos y dentro de los rangos establecidos.

Cabe señalar que estos puntos de control que actualmente se tienen en el depósito temporal son naturalmente los cuellos de botella de la operatividad de la empresa. Por lo tanto, las propuestas de mejora en estos puntos de control son sumamente importantes para la mejora de la eficiencia en los servicios que ofrece la compañía.

2.3.2 Descripción del sistema de picking

Para entender el sistema de picking de la compañía, se detalla en la siguiente tabla 3 la infraestructura que se utiliza actualmente:

Tabla 3: Infraestructura de picking

Característica	Medición
Comunicación	Equipos de radiofrecuencia.
Sistema de gestión y trazabilidad	Tecnología WMS (Warehouse Management System)
Equipo de carga y descarga	Trilaterales y traspaletas eléctricas

Fuente: (Neptunia, 2018)

Los operarios del depósito temporal utilizan equipos de radiofrecuencia que les permite estar comunicados de forma rápida y oportuna entre ellos y con la central de operaciones. Esto les permite estar preparados ante el dinamismo que existe en el sistema de picking en un depósito aduanero. La central de operaciones utiliza un WMS como sistema de gestión para realizar las operaciones de picking, así como para llevar la trazabilidad de la mercadería que entra o sale del almacén.

En la Figura 22, se pueden observar los equipos con los que trabaja la compañía el sistema de picking:



Figura 22: Trilateral y traspaleta

Fuente: (Servymaq, 2018)

2.3.3 Indicadores del sistema de almacenamiento

El objetivo primordial de utilizar indicadores en un depósito temporal es establecer la situación actual de forma precisa con la finalidad de tomar las decisiones más acertadas en la operativa. Los factores principales que afectan a la distribución de la empresa son el tipo de carga, el volumen de carga y la capacidad del almacén. En la Figura 23, se observa la relación entre los factores y el objetivo principal de reducción de tiempo de atención mediante una adecuada distribución del almacén.

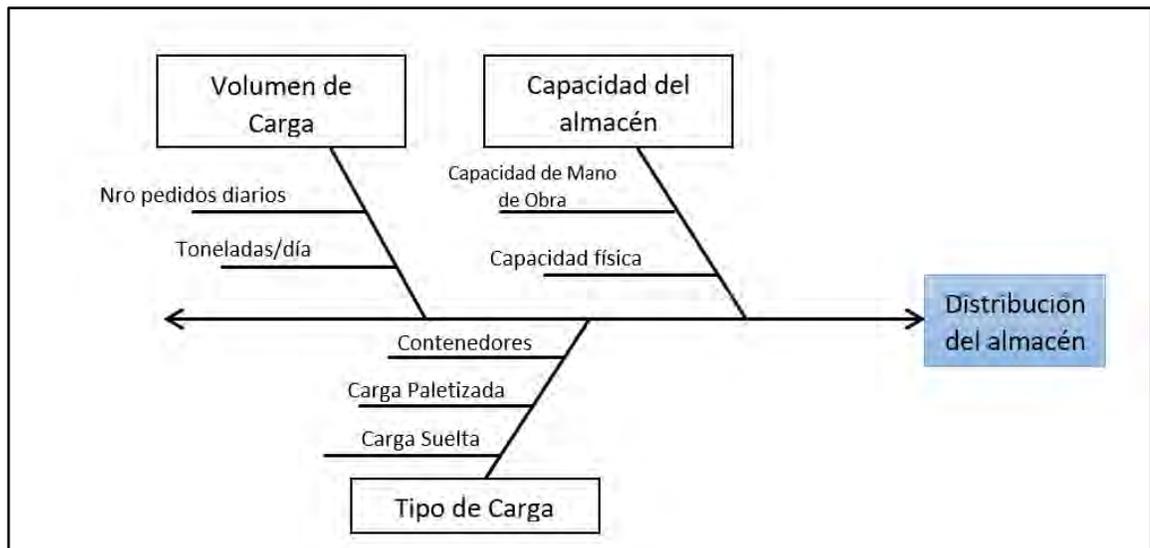


Figura 23: Factores que influyen en la distribución del almacén

A continuación, se explicará cada uno de los factores:

- Volumen de carga: Naturalmente mientras más cantidad de carga tenga que manejar el almacén, la distribución tendrá que ser diferente, se tendría que adecuar más o menos mano de obra y recursos muebles según el número (los pedidos diarios) o el peso/volumen (toneladas al día/metro cúbico al día) que se maneje.
- Capacidad del almacén: Sin embargo, otro factor a tener en cuenta en la distribución del almacén es la cantidad de recursos que se tiene. El espacio es limitado, y conseguir más espacio es una decisión que no se puede tomar en el corto plazo sin un estudio previo. Asimismo, la mano de obra es limitada y

conseguir mano de obra adicional tiene un tiempo de gestión y un costo que tener en cuenta.

- Tipo de carga: Así como el volumen influye, el tipo de carga a ser manejada también. Por lo general, un depósito temporal maneja tres tipos de cargas: Carga paletizada, carga en contenedores y carga suelta. Sin embargo, existen otros tipos de cargas que no son de gestión recurrente, pero que también comprende la operativa de un depósito temporal, como la carga peligrosa, carga frigorífica, etc. Cada uno de estos tipos de carga requiere un manejo diferente y por tanto la distribución del almacén estará en función de la cantidad y de qué tipo de carga se maneje con mayor o menor frecuencia.

Por una parte, se expondrá los indicadores que impactan en el layout de la empresa, tales como el flujo de mercancías y el tiempo de recorrido. En la Tabla 4 se observa este detalle.

Tabla 4: Indicadores que impactan/derivan del layout actual

Indicador	Medición
Tiempo promedio de recorrido de un camión que entra al almacén hasta antes de realizar la descarga.	4,5 minutos.
Cantidad promedio de camiones en movimiento transportando mercadería al interior del almacén.	4,2 camiones.
Cantidad promedio de camiones descargando o cargando mercadería al interior del almacén.	4 camiones.

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de la tabla anterior fueron conseguidos mediante el análisis de muestreo de los camiones que se encontraban en el depósito temporal. El muestreo se realizó de 9 a.m. hasta las 12 p.m. durante 5 días en un periodo de un mes en el año 2018.

Por otro lado, también se realizará el cálculo de indicadores que derivan del sistema de picking actual de la empresa. En la siguiente tabla, se observa el detalle de los indicadores más resaltantes:

Tabla 5: Indicadores que derivan del sistema de picking actual

Indicador	Medición
Tiempo promedio de atención en la ubicación y despacho de una paleta.	9,4 minutos.
Tiempo promedio de atención en la ubicación y despacho de un contenedor.	7 minutos.
Cantidad promedio de paletas despachadas por solicitud de cliente.	9 paletas.

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de la tabla anterior fueron conseguidos mediante trabajo de campo de observación y aplicación de cuestionario al personal del depósito temporal.

2.3.4 Diagnóstico del sistema de almacenamiento

En base a los indicadores de la Tabla 4, se puede concluir respecto al layout actual de la empresa lo siguiente:

- El tiempo promedio que un camión demora para ubicarse y realizar la descarga es en promedio 4,5 minutos. Por lo tanto, se evidencia que en algunos casos un camión puede llegar a demorarse más de 5 minutos en estar buscando un lugar adecuado para realizar la descarga de la mercadería, debido principalmente a que no existe una adecuada señalización al interior del almacén y por la congestión en horas pico de los camiones que llegan y salen del almacén. Asimismo, existe un tiempo considerable que el camión está en el punto de control 1, donde se verifica la idoneidad del camión y el conductor, así como el peso de la carga en la balanza.
- Actualmente, en promedio existen 4,2 camiones transportando mercadería al interior del almacén. Este indicador nos da una idea del flujo de camiones que tiene el almacén en su interior. Podemos verificar que el promedio calculado no es muy alto, sin embargo, se debe considerar que en horas pico este número se incrementa hasta 9 camiones a la vez transitando al interior del almacén.

- El número de camiones que realizan carga y descarga en promedio es 4 camiones, número similar al indicador de camiones en movimiento. Este indicador nos da una idea de la carga de trabajo que tiene el almacén en las zonas de carga y descarga. El número es razonable para la cantidad de mercadería que maneja el depósito temporal. Sin embargo, cabe resaltar que la zona de carga y descarga que está más cerca a la puerta de salida sólo tiene capacidad para tres camiones como máximo. La zona de carga y descarga que está más alejada de la puerta principal tiene capacidad para carga y descarga de 2 camiones como máximo.

Asimismo, en base a los indicadores obtenidos en la Tabla 5, se puede concluir respecto al sistema de picking actual del depósito temporal lo siguiente:

- El tiempo promedio para despachar una paleta es de 9,4 minutos, el cual es excesivo considerando el tercer indicador que indica que en promedio se despachan 9 paletas por cliente. En otras palabras, el depósito temporal demora cerca de una hora y media en despachar la solicitud de un cliente, en promedio. Esto se da principalmente porque existe mucha congestión de traspaletas y trilaterales en los pasillos del almacén y porque en muchos casos, no existe homologación en la señalización de todos los pasillos del almacén, ya que no todos fueron construidos al mismo tiempo.
- Por otro lado, el tiempo promedio de despacho de los contenedores es de 7 minutos. Este tiempo es menor que en el caso de las paletas ya que un contenedor, por ser más voluminoso que una paleta, es más fácilmente ubicable. Este tiempo es adecuado considerando además el tiempo de carga del contenedor en el camión. Sin embargo, se considera que, con las mejoras en el layout, se podría aminorar este tiempo promedio de despacho.
- El número promedio de paletas despachadas por cliente (9 paletas) nos da una visión de qué cantidad de mercadería maneja cada cliente. Asimismo, se puede inferir que, en promedio, un cliente necesita aproximadamente un camión para transportar su mercadería. Cabe resaltar que existen clientes que solicitan menor cantidad de paletas, así como también existen clientes que solicitan varias paletas y además contenedores.

2.4 Análisis y diagnóstico de los sistemas de información

El análisis los sistemas de información del depósito temporal abarca, por un lado, la descripción del sistema actual que utiliza la empresa y, por otro lado, evaluar la pertinencia de las tecnologías empleadas.

2.4.1 Sistema actual de la empresa

La empresa es uno de los operadores logísticos más grandes del país, lo que implica atender a una cantidad significativa de clientes. Los servicios que ofrece se han diversificado debido a la alta competitividad existente actualmente en el sector logístico. Esta situación amerita, por lo tanto, la utilización de las tecnologías de información para poder afrontar adecuadamente esta realidad y diversidad de servicios a medida. La empresa utiliza actualmente un software WMS especializado en la gestión de almacenes; es decir, no utiliza un sistema ERP que integra todas las posibles áreas de una empresa corriente, sino que trabaja con un sistema de información más especializado.

Para evaluar la pertinencia de este sistema, se debe evaluar que abarque completamente la gestión de cada actividad de la empresa. Estas actividades se detallan a continuación:

- Recepción de carga.
- Clasificación y almacenaje de acuerdo con la procedencia.
- Servicios de valor añadido: Etiquetado, remoción de etiqueta, curvado, armado y desarmado, termoencogido, entre otros a solicitud.
- Packing: Embalaje de carga.
- Picking: Preparación del pedido según indicaciones del cliente.
- Pre-despacho o consolidación: Separación de la carga según el punto de entrega.
- Distribución: Reparto de carga a los puntos de entrega.

La relación entre estas actividades se muestra en la Figura 24:

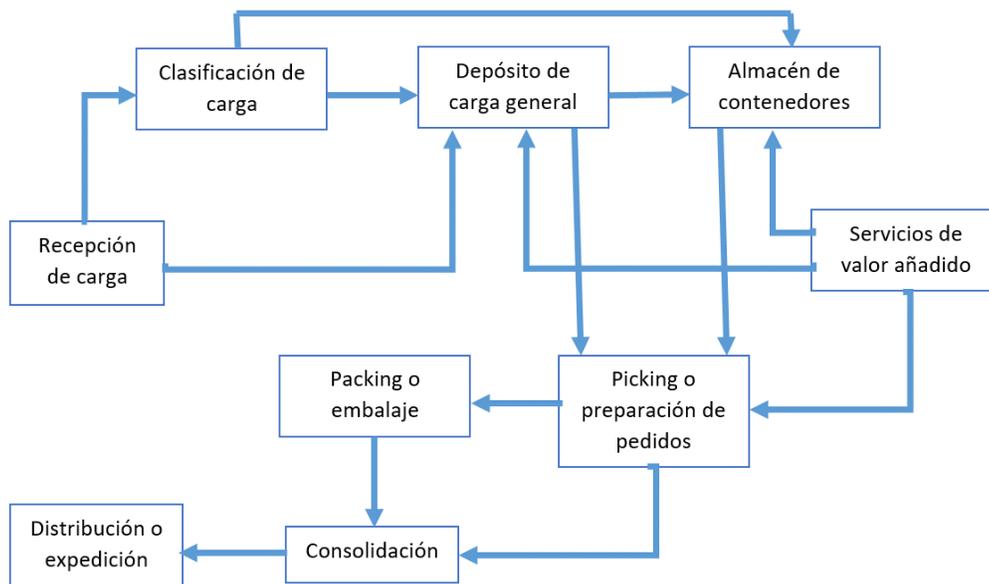


Figura 24: Relaciones entre las actividades del depósito temporal

Asimismo, para la evaluación de pertinencia se debe tener en cuenta las áreas que cuenta la empresa:

- Oficinas administrativas.
- Zona de almacenaje de paletas y carga suelta.
- Zonas de carga y descarga.
- Zona de almacenaje de contenedores.

Es decir, el sistema de información debe ser accesible desde todas estas áreas de la empresa, con la finalidad de que cada operario tenga acceso en tiempo real a la información que maneja la compañía.

2.4.2 Tecnologías empleadas: software y hardware

En cuanto al software empleado, como se mencionó en el punto anterior, la empresa cuenta con un programa especializado en gestión de almacenes con tecnología WMS, adquirido hace varios años. Se han realizado diversas modificaciones al software para las adaptaciones del mundo cambiante y dinámico del sector logístico. Los principales

problemas que han acarreado este software consisten en la duplicidad de la información y la desorganización de la información. La duplicidad conlleva a tener gastos innecesarios de servidores. Por otro lado, la desorganización conlleva a consumir más tiempo en obtener la información que se requiere en tiempo real.



Figura 25: Software WMS actual

Fuente: (Neptunia, 2018)

En la Figura 26, por ejemplo, se observan los errores de duplicidad de información, que comprenden básicamente registros duplicados del mismo cliente, registros duplicados de la misma carga ingresados por diferente operario, registros duplicados de domicilio de cliente, entre otros.



Figura 26: Registros duplicados en el sistema

A continuación, se describe cada tipo de error encontrado:

- Registros duplicados de un mismo cliente: Surge cuando se tiene en el sistema dos veces registrados a un mismo cliente. Esto se identifica porque se tiene un mismo DNI con nombres similares, pero no iguales. También se da el caso en el cual se tiene el mismo nombre con DNI parecidos, pero no iguales.
- Registros duplicados de una misma carga: Surge cuando una misma carga se tiene registrada dos veces en el sistema, lo cual se da porque la DUA, Nro de despacho, o cliente se ingresan erróneamente.
- Registros duplicados de domicilio de un cliente: Esto se da cuando en lugar de actualizar el domicilio del cliente, se crea un nuevo registro con la dirección nueva del cliente.
- Otros tipos de registros duplicados: Otros tipos de registros duplicados de menor incidencia.

En cuanto al hardware empleado en las operaciones logísticas, se encuentran las computadoras personales ubicadas en lugares fijos y asignadas principalmente al personal administrativo. Asimismo, el depósito cuenta con equipos de radiofrecuencia que permiten la comunicación rápida entre los operarios. Además, se cuenta con equipos lectores de códigos de barras, con la finalidad de ubicar rápidamente una carga, su origen y su destino.

Si bien el depósito temporal cuenta con todos los equipos necesarios para su funcionamiento, se requiere evaluar si el número de cada uno de estos equipos es el adecuado para cada área en función del número de operarios o usuarios. En la Tabla 6, se observa el número de equipos por cada área del depósito temporal, así como los operarios/usuarios que se ubican en cada una de estas áreas.

Tabla 6: Número de equipos electrónicos del depósito temporal

Área	Número de operarios	Número de computadoras personales	Número de equipos de radiofrecuencia	Número de lectores de código de barras
Oficinas administrativas	24	24	-	-
Zona de almacenaje de paletas	25	10	15	30
Zona de carga y descarga	28	10	10	10
Zona de almacenaje de contenedores	15	5	5	5
Total	92	49	30	45

Como se observa, la gran mayoría de computadoras personales se encuentran en las oficinas administrativas. Una menor cantidad de éstas se encuentran en las zonas operativas de almacenaje y carga y descarga. Se observa que en total existen 49 computadoras en el depósito temporal, 30 equipos de radiofrecuencia y 45 lectores de códigos de barras. Se realizará el balance entre esta cantidad de equipos y el total de personas que laboran en el depósito temporal: 92 trabajadores.

2.4.3 Indicadores de TIC's

Antes de detallar el diagnóstico, se expondrá los indicadores principales que describen la realidad actual de la infraestructura tecnológica del depósito temporal. En primer lugar, en la Tabla 7 se encuentran los principales indicadores sobre la tecnología actual que maneja el depósito temporal.

Tabla 7: Indicadores de la infraestructura tecnológica actual

Indicador de número de equipo	Medición
Volumen anual de información relacionada a las mercaderías trabajadas, almacenada en los servidores.	17 Tb.
Número anual de reporte de fallas de comunicación con los servidores.	6 fallas
Número anual de incidentes con respecto a información errada que se haya ingresado al sistema del almacén.	35 incidentes.
Número total de registros con indicios de duplicidad.	57 registros duplicados
Número de computadoras personales en todo el recinto del almacén, destinados a consulta de cargas.	49 computadoras
Número de radios para comunicación entre los operarios del almacén.	30 radios.
Número de lectores de códigos de barras.	45 lectores

Además, a partir de los datos de la Tabla 7, se formulan los siguientes indicadores para evaluar el balance entre el número de equipos electrónicos y el número de usuarios/operarios, por cada área de trabajo del depósito temporal.

Tabla 8: Indicadores de relación entre operarios y equipos electrónicos

Área	Usuarios por número de computadoras personales	Operarios por número de equipos de radiofrecuencia	Operarios por número de lectores de código de barras
Oficinas administrativas	1,00	-	-
Zona de almacenaje de paletas	2,50	1,67	0,83
Zona de carga y descarga	2,80	2,80	2,80
Zona de almacenaje de contenedores	3,00	3,00	3,00

2.4.4 Diagnóstico de los sistemas de información

En base a los indicadores de la Tabla 7, podemos inferir las siguientes conclusiones respecto a la situación actual de los sistemas de información:

- La información que maneja el depósito temporal se caracteriza por ser voluminosa (17Tb aproximadamente). Esta información corresponde a todas las cargas que han pasado por los almacenes del depósito temporal. En este sentido, es necesario que se establezcan políticas que permita manipular dicha información de forma rápida, es decir, que las consultas de información no signifiquen un gasto considerable de recursos informáticos.
- El número de 6 fallas de conexión al servidor, equivale a un promedio de una falla de acceso al servidor cada 2 meses, lo cual se considera muy riesgoso para la continuidad de las operaciones del depósito temporal. Esto se da principalmente por problemas con la energía de los equipos y/o problemas con el servicio que brinda el proveedor de los servidores.
- Se tiene un total de 35 incidentes de error de ingreso de información al sistema, causado principalmente por factor humano (falta de capacitación y/o personal nuevo). Esto equivale a un promedio de 3 errores mensuales, lo cual no es óptimo en las operaciones de comercio exterior. Este tipo de errores ocasionan, por un lado, sobrecostos que muchas veces termina asumiendo la empresa y, por otro lado, retrasos en la atención que se brinda al cliente.
- El total de registros duplicados de la empresa es 57 al año, lo cual se considera un número muy elevado para la correcta operatividad del comercio exterior. Este tipo de registros duplicados generan sobrecostos y retrasos en la atención, sobre todo porque la mayoría de los registros duplicados se origina por información de cargas y por información de cliente, según la Figura 20. Una de las causas principales de estos registros duplicados es un fallo no subsanado en el sistema el cual permite por un corto periodo de tiempo, ingresar registros con datos similares.

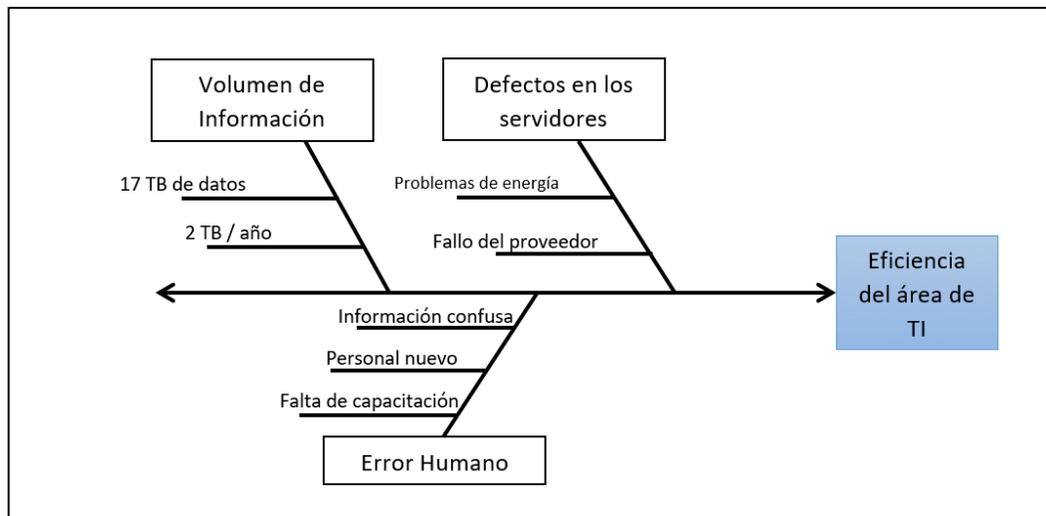


Figura 27: Análisis de causa-efecto del área de TI

Con respecto al total de equipos electrónicos (computadoras personales, equipos de radiofrecuencia y lectoras de código de barras) se consideró realizar el diagnóstico por área de trabajo. En este sentido, en base a los indicadores de la Tabla 8, se tiene las siguientes conclusiones:

- En las oficinas administrativas, sólo se ubican computadoras personales, y la relación usuario/equipo es de 1, es decir, la relación es perfecta: por cada equipo hay un usuario que lo pueda manejar. Por tanto, ni sobran equipos (recursos), ni se pone en riesgo la operatividad de la empresa (eficiencia). En esta área de la empresa no se tiene ni equipos de radiofrecuencia, ni lectores de código de barras.
- En la zona de almacenamiento de paletas la realidad es diferente, existe 2,4 usuarios por cada computadora personal, es decir, en el caso eventual que todos los operarios requieran una computadora en dicha área, sólo estará disponible un equipo para 2,4 personas, lo que indudablemente ocasionaría retrasos en las horas pico de atención de la compañía. En el caso de los equipos de radiofrecuencia, también existe deficiencias de equipos en el área ya que el indicador es de 1,68 operarios por cada equipo de radiofrecuencia. En el caso de las lectoras de código de barras, hay un exceso leve de equipos ya que el indicador es de 0,83 operarios por cada equipo lector. Esto debido principalmente a que el número de operarios era mayor hace algunos años y con el tiempo fue

disminuyendo, lo que ocasionó cierto exceso en el recurso de lectoras de código de barras.

- En el caso del área de almacenaje de contenedores, el indicador para todos los equipos electrónicos es de 3,00. Esto quiere decir que por cada 3 operarios existe un equipo de cada tipo (computadora personal, equipo de radiofrecuencia, lector de código de barras). Esta situación, si bien parece desfavorable para esta área, es normal en el sentido de que el tráfico de contenedores nunca ha sido tan excesivo como para que falten equipos para la atención. Por lo tanto, se concluye que la cantidad de equipos para esta área es adecuada.

2.5 Evaluación de los principales indicadores logísticos

Con la finalidad de evaluar la situación del depósito temporal en el sector logístico, se realizará la evaluación de los indicadores principales relacionados al sector en cuanto a servicio al cliente y la operatividad, en un escenario normal y un escenario de pandemia.

2.5.1 Indicadores de servicio al cliente

En primer lugar, se evaluará la tasa de satisfacción del cliente. Esta evaluación se realiza en base a encuestas sobre una muestra de clientes representativos. En la Tabla 9 se expresan los resultados.

Satisfacción del cliente de la empresa durante la pandemia

Tipo de producto	Escenario normal	Escenario de pandemia (Mayo 2020)	Variación
Carga general (incluye insumos médicos)	65%	10%	-85%
Percibles (alimentos)	35%	5%	-86%
Carga peligrosa (insumos químicos, de la minería, entre otros)	70%	15%	-78%

Esta disminución radical en la satisfacción al cliente, se debe principalmente a la demora en la disponibilidad de los productos dentro del depósito temporal ocasionada durante el periodo de pandemia debido a las restricciones de personal y a la falta de equipos de protección biológica y protocolos de bioseguridad al interior de la empresa, durante las primeras semanas de pandemia.

2.5.2 Indicadores de personal

En este espacio, se evaluará la tasa de falta de empleados. Esta se da principalmente por la cuarentena rígida implementada por el Gobierno peruano, así como por el temor inicial al contagio. El resumen se observa en la Tabla 10.

Tabla 9: Tasa de variación de empleados durante la pandemia

Tipo de personal	Cantidad a Febrero 2020	Cantidad a Junio 2020	Variación
Administrativo	109	85	-22%
Operativos	360	350	-3%

La disminución de personal radica principalmente en los empleados administrativos. Esto se debe principalmente a la reducción de personal ocasionada por la pandemia. En cuanto al personal operativo, se observa que casi no ha habido variación; lo cual clarifica el hecho de que la empresa requería el personal operativo para poder atender la gran demanda de operaciones logísticas que exigían las empresas durante la pandemia.

2.5.3 Indicadores de operatividad

Durante la pandemia, el principal desafío logístico ha sido el aumento de carga que procesar y almacenar. En la Tabla 11, se presenta la nueva realidad de la empresa durante la pandemia.

Incremento de carga durante la pandemia

Tipo de producto	Escenario mensual normal (Tn/día)	Escenario de pandemia (Mayo 2020) (Tn/día)	Variación Mayo	Meta anual (Tn/año)	Meta proyectada pandemia (Tn/año)	Variación anual
Carga general (incluye insumos médicos)	30	55	+83%	360	640	+77.77%
Percibibles (alimentos)	1	0,8	-20%	12	9	-25%
Carga peligrosa (insumos químicos, de la minería, entre otros)	2	0,5	-75%	24	10	-58.33%

Como se puede observar, el flujo de carga general se ha incrementado en un 83% en promedio durante el mes de mayo, en plena pandemia. Esto se debe en primer lugar, a la gran cantidad de insumos médicos que se han adquirido, principalmente por el Estado. En segundo lugar, por la gran demanda de productos que la población solicitaba desde su casa. Según algunos diarios, esto se debió a que las personas comenzaron a tener cierto poder adquisitivo gracias a los bonos que comenzó a brindar el Estado a gran escala. (Diario Gestión, 2020)

En la Tabla 12, se observa el resumen de los principales problemas encontrados, la solución que se propondría y la justificación.

Tabla 10: Resumen de los principales problemas encontrados

Problema	Herramienta /Solución propuesta	Justificación	Determinación
Gran cantidad de información a ser procesada, voluminosa y diversa	Se recomienda evaluar la pertinencia del WMS y si se requiere uno diferente.	Poder saber si el sistema que utiliza la empresa es adecuado o es necesario reemplazarlo por un sistema WMS menos especializado, pero global.	Punto 2.4.4 Diagnóstico de los sistemas de información
Error humano debido a la rotación de personal	Se recomienda realizar capacitaciones al personal.	Se deben realizar capacitaciones al personal sobre la utilización de los sistemas de información, de forma continua y documentarlas.	Punto 2.4.4 Diagnóstico de los sistemas de información Figura 26: Registros duplicados en el sistema
Defectos en los servidores	Poder elaborar planes de contingencia	Evaluar poder tener un plan de contingencia ante una falla en los servidores, inclusive evaluar el reemplazo del proveedor.	Punto 2.4.4 Diagnóstico de los sistemas de información
Demora en el picking	Contar con un sistema RFID	Este sistema permitiría tener en tiempo real el control de cada unidad de carga que tiene el depósito temporal. Asimismo, permitiría reducir considerablemente el tiempo de atención de cada unidad de carga.	Punto 2.3.4 Diagnóstico del sistema de almacenamiento
Afectación al personal causada por la pandemia	Implementar Plan de Bioseguridad	La idea es que los trabajadores y clientes se sientan seguros dentro de la empresa, por eso es primordial que se pueda establecer un plan de bioseguridad que permita tener todos los protocolos contra el coronavirus.	Punto 2.5.2 Indicadores de personal

CAPÍTULO III: Propuestas de mejora

Una vez que se ha explicado los problemas al interior de la empresa, se propondrán las mejoras en base a dicho diagnóstico.

3.1 Sistema logístico

En primer lugar, se desarrollarán las propuestas de mejora en torno al sistema logístico.

3.1.1 Mejora en el flujo de carga

Dado que el flujo de entrada de los camiones al almacén es lento, considerando que el tiempo que el camión utiliza para ubicarse y empezar a realizar la descarga dentro del almacén, el cual es actualmente 4,5 minutos según se observa en la Tabla 4, se planteará dos alternativas de mejora con la finalidad de reducir este tiempo.

En primer lugar, la implementación de un módulo en la página web del depósito temporal que posibilite la inserción obligatoria de los datos de las mercancías que transporta un camión, antes de que éste llegue a las instalaciones del depósito temporal. De esta forma, dado que la validación de documentación de mercancías en el “punto de control 1” demora en promedio 1 minuto, se tendría una mejora en un 22% de reducción en el tiempo que le tomaría al camión en entrar al depósito y empezar a realizar la descarga. Esta reducción de tiempo se ilustra en la siguiente figura:



Figura 28: Mejora en el tiempo de flujo de camiones

El detalle de los tiempos empleados en cada actividad de la figura anterior se obtuvo mediante encuesta simple a los operarios involucrados en dicho proceso dentro de las instalaciones del depósito temporal. Como se puede observar, el tiempo empleado en la “Revisión documentaria” se eliminaría, debido a la implementación del módulo de la página web, ver Tabla 13.

Tabla 11: Detalle de tiempos en el flujo de camiones luego de la primera mejora

Actividades	Tiempo promedio en minutos	
	Situación actual	Situación propuesta
Entrada al almacén	0,10	0,10
Revisión documentaria	1,00	0,00
Peso del camión	0,30	0,30
Traslado del camión	3,00	3,00
Inicio de la descarga	0,10	0,10
Total	4,50	3,50
Ahorro		-22%

Con la finalidad de que la empresa de transporte u operador logístico encargado pueda cargar los datos al módulo web del depósito temporal de forma correcta, se debe crear una interfaz adecuada y limpia, de fácil uso, que permita ingresar ágilmente los datos necesarios para que la revisión documentaria se realice automáticamente mediante el sistema. Asimismo, esta interfaz deberá contener todos los datos necesarios para que no existan inconvenientes ni incongruencias a la hora de recibir una carga. Los datos se clasificarán en tres grupos: “datos del vehículo”, “datos de la carga” y “datos del chofer”.

En la Figura 29, se observa la interfaz web que permitirá ingresar estos datos.

Ingreso de datos a sistema de Depósito Temporal

Datos del vehículo		Datos de la carga	
Placa:	<input type="text"/>	Peso neto:	<input type="text"/>
Empresa:	<input type="text"/>	Peso bruto:	<input type="text"/>
Peso bruto:	<input type="text"/>	Propietario:	<input type="text"/>
Carga útil:	<input type="text"/>	Ag. Aduana:	<input type="text"/>
Datos del chofer			
Chofer:	<input type="text"/>		
DNI Chofer:	<input type="text"/>		
Autorización No:	<input type="text"/>		
			<input type="button" value="Enviar datos"/>

Figura 29: Interfaz de ingreso de datos del camión que ingresa al almacén

En segundo lugar, se plantea señalar las vías dentro del depósito temporal con la finalidad de que los camiones tengan una mayor orientación al tener que dirigirse a la zona de descarga de contenedores o de carga paletizada. Esto equivaldría a una reducción de tiempo de 30 segundos o también a un 11% de reducción, en comparación con el indicador actual de 4,5 minutos de tiempo que utiliza el camión antes de iniciar la descarga. En la tabla 14, se puede observar el detalle de los tiempos mejorados con esta propuesta; básicamente la mejora se traslada a la actividad de traslado del camión.

Tabla 12: Detalle de tiempos en el flujo de camiones luego de la segunda mejora

Actividades	Tiempo promedio en minutos	
	Situación actual	Situación propuesta
Entrada al almacén	0,10	0,10
Revisión documentaria	1,00	1,00
Peso del camión	0,30	0,30
Traslado del camión	3,00	2,50
Inicio de la descarga	0,10	0,10
Total	4,50	4,00
Ahorro		-11%

Por lo tanto, se concluye que luego de implementar ambas mejoras, el tiempo promedio que le toma a un camión entrar e iniciar la descarga de la mercadería será de 3 minutos, lo que equivale a una reducción de 33% del tiempo promedio actual. El beneficio directo de esta reducción es que el almacén estará en capacidad de atender a más cantidad de camiones diariamente, lo cual se traducirá en mayor volumen de manejo de carga y, por tanto, mayores ingresos para la compañía.

Tabla 13: Detalle final de tiempos en el flujo de camiones

Actividades	Tiempo promedio en minutos	
	Situación actual	Situación propuesta
Entrada al almacén	0,10	0,10
Revisión documentaria	1,00	0,00
Peso del camión	0,30	0,30
Traslado del camión	3,00	2,50
Inicio de la descarga	0,10	0,10
Total	4,50	3,00
Ahorro total		-33%

3.1.2 Mejora en el sistema de picking

Con la finalidad de optimizar el sistema de picking y, además, toda la gestión del almacén, se plantea el uso de un sistema RFID. Con la implementación de este sistema, el depósito temporal estará en la capacidad de medir en tiempo real la cantidad de carga que tiene, se podrá controlar efectivamente el ingreso y salida de las mercancías, su ubicación será más rápida y las pérdidas se reducirían considerablemente. Los indicadores actuales indican que realizar el retiro de una paleta desde los estantes del almacén demora en promedio 9 minutos, luego de que el interesado haya cancelado los derechos de retiro y haya obtenido el permiso de salida del almacén. Con el sistema RFID se espera que este tiempo se reduzca a 5,8 minutos en promedio (eliminando las actividades de solicitud física de retiro de carga y revisión documentaria, así como haciendo ágil la consulta de la carga). En el siguiente gráfico se ilustra las principales actividades que se evitarán y, por tanto, justificaría la reducción de tiempo.

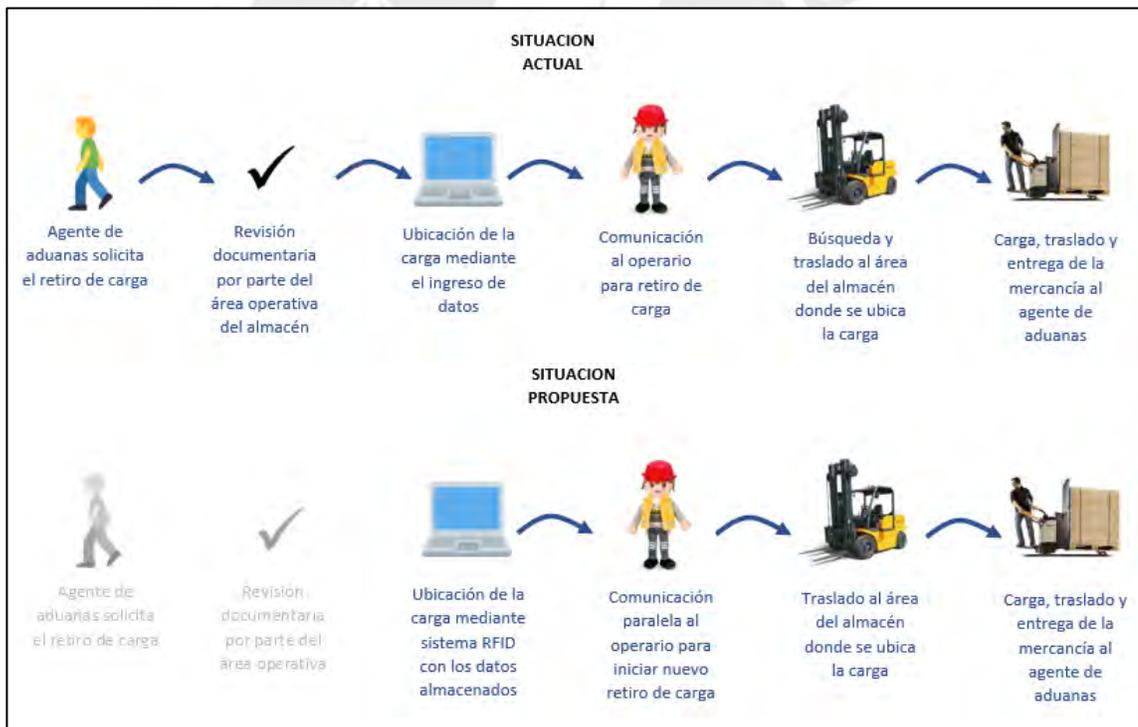


Figura 30: Mejora en el sistema de picking

Como se puede observar, con el sistema RFID se podrá ubicar rápidamente la carga, sin necesidad de que el agente de aduanas tenga que hacer la solicitud al área operativa y sin que tenga que pasar por la revisión documentaria. Estas dos operaciones se realizarán inmediatamente después de que el agente de aduanas cancele todos los derechos de retiro en el área administrativa. Cuando ya ha sido realizado dicho pago, el sistema mandará inmediatamente la orden al área operativa para que se pueda retirar la carga (a menos que el agente de aduana postergue el retiro). El sistema sabrá ya todo acerca de la carga mediante el sistema RFID. Se asignará también un operario de forma paralela a la orden de salida de la carga, de forma que el picking sea lo más pronto posible. El operario ya tendrá la localización exacta de la carga y no tendrá que buscarla, simplemente se dirigirá de frente hacia donde la carga se ubica con el transpaleta. Por último, realizará la maniobra de carga del pallet, realizará el transporte al área de despacho y colocará la mercancía a disposición del agente de aduanas.

El detalle de los tiempos empleados en cada actividad de la Figura 22 se obtuvo mediante encuesta simple a los operarios involucrados en dicho proceso dentro de las instalaciones del depósito temporal. La tabla que resume estos tiempos se presenta a continuación:

Tabla 14: Detalle de tiempos en el sistema de picking

Actividades	Tiempo promedio en minutos	
	Situación actual	Situación propuesta
Agente de aduana solicita retiro de carga	0,80	0,00
Revisión documentaria por parte del área operativa	2,00	0,00
Ubicación de la carga	0,30	0,10
Comunicación al operario para retiro de carga	1,00	1,00
Búsqueda y traslado al área del almacén	2,40	2,30
Carga, traslado y entrega de la carga	2,50	2,40
Total	9,00	5,80
Ahorro		-36%

Fuente: Elaboración propia.

Para que la implementación del RFID sea efectiva, es necesario mapear la cantidad de etiquetas RFID estimadas que se utilizará y la cantidad de lectores RFID que estarán en el interior de los almacenes del depósito temporal. El número de etiquetas RFID será estimado en base al promedio de paletas que el depósito temporal mueve mensualmente. En el siguiente gráfico, se puede observar el layout de la empresa con los puntos donde se ubicarían los lectores RFID.

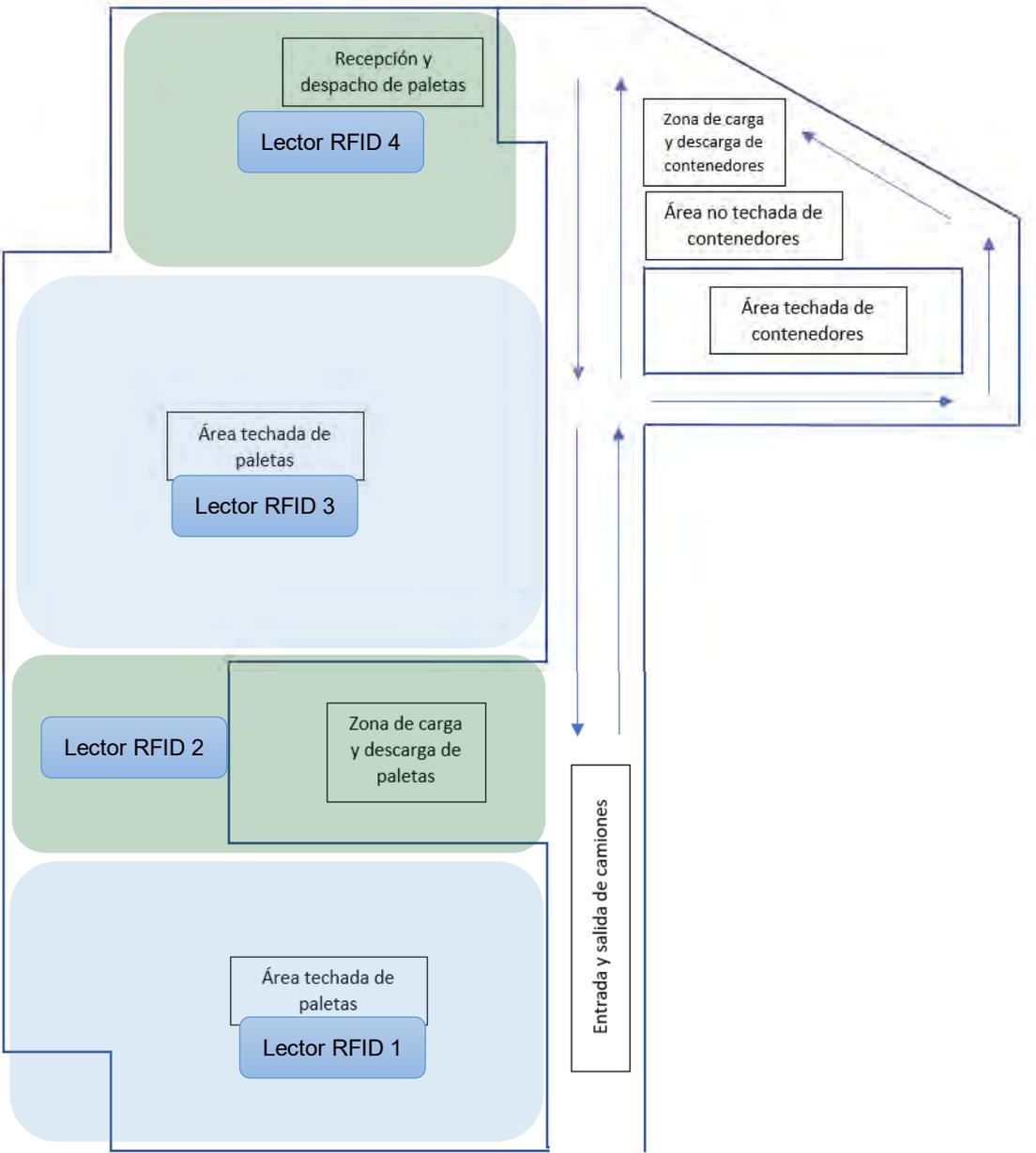


Figura 31: Ubicación de los lectores RFID en la empresa

Como se puede observar en la imagen anterior, se implementarían cuatro lectores RFID en el interior de la empresa. Los lectores 1 y 3 tendrán área de acción en los anaqueles donde se almacenan las paletas. Los lectores 2 y 4 tendrán además área de acción en las zonas de recepción y despacho de paletas. Estas áreas de acción se encuentran sombreadas en la figura anterior. Según los precios de mercado, estos lectores RFID tienen un precio de US\$500 cada uno, con una banda de acción entre 860MHz y 960MHz el cual se encuentra dentro del rango autorizado por el MTC para operar sistemas RFID de manera libre (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Con respecto a la cantidad de etiquetas, se sabe que el depósito temporal maneja un volumen de 2250 paletas mensuales. Por lo tanto, asumiendo un stock de seguridad del 2,5%, se requeriría un total de 2300 etiquetas RFID para el correcto funcionamiento de la implementación. Para el cálculo del costo incurrido en estas etiquetas, es necesario saber el tipo que se utilizará: pasivas o activas. Dado que los datos que se requiere saber para controlar el inventario de paletas no son complejos y no requieren sobreescritura, bastará con utilizar etiquetas pasivas, cuyo costo de mercado es de US\$0,03 por cada etiqueta (Alibaba, 2018).

En conclusión, el sistema RFID para la correcta localización en tiempo real de cada carga es la principal tecnología que mejorará el sistema de picking dentro del depósito temporal.

Los riesgos que pueden existir en el sistema de picking, inclusive con esta implementación, se detallan a continuación, así como sugerencias para que no ocasionen inconvenientes con la operatividad del almacén:

Tabla 15: Matriz de riesgos en el picking

 Alta  Media  Baja		
Criticidad	Riesgo	Sugerencia
	Que una carga tenga orden de salida pese a que el agente de aduanas no ha ordenado su salida.	Puede darse el caso por lo que se sugiere tener capacitado al personal administrativo para que no emita orden de salida a una carga a menos que tenga la autorización expresa del agente de aduana.
	El sistema RFID falle por mucha interferencia dentro del almacén y/o por alguna otra causa externa o interna.	Esto podría ocasionar fallas en la ubicación de una determinada carga, por lo que se sugiere mantener el almacén limpio de objetos que puedan interferir con la frecuencia del RFID y realizar un mantenimiento preventivo cada mes.
	Cuando el sistema solicite el retiro de una carga, no existan operarios disponibles	Se sugiere evaluar el horario donde existe mayor retiro de cargas y asignar mayor personal operativo con la finalidad que no exista demoras con el picking.

Asimismo, el sistema de picking debe ser mejorado mediante la señalización adecuada. Esta señalización deberá ser homogénea para todos los almacenes ubicados dentro del depósito temporal. Una correcta señalización equivaldría a un ahorro de hasta 60 segundos en promedio al realizar el picking de las mercaderías.

3.1.3 Plan de bioseguridad

Este plan consiste en poder establecer los protocolos mínimos que se deben tener en cuenta dentro del depósito temporal para prevenir el contagio del Covid 19.

Este plan consiste principalmente en los siguientes aspectos:

- Aforo: El aforo en cada área del depósito temporal debe estar correctamente señalado y debe estar ajustado a la función que realiza cada empleado. Los trabajadores administrativos deberían trabajar desde casa en su mayoría o ir a laborar físicamente 2 veces a la semana. La decisión recae en la gerencia de la compañía. El objetivo principal de controlar el aforo es promover el distanciamiento social en la medida de lo posible.
- Implementos de bioseguridad: Los trabajadores deben utilizar doble mascarilla, así como protector facial durante sus labores al interior de la empresa.
- Desinfección: El alcohol debe estar presente en cantidad suficiente y en puntos de fácil acceso dentro de todo el recinto del depósito temporal. Asimismo, el jabón no debe de faltar en los baños. Los dispensadores deben ser automáticos para evitar que la persona los toque al requerir jabón o alcohol.
- Capacitación y concientización: Para promover la cultura de la prevención es necesaria la concientización del personal sobre la importancia de combatir al coronavirus. Así también, es importante la capacitación al personal sobre las novedades respecto al virus y cómo combatirlos. Inclusive se hace muy interesante el acompañamiento psicológico al personal para evitar episodios de depresión y posibles bajos desempeños.

3.2 Sistemas de información

En segundo lugar, se desarrollarán las propuestas de mejora en torno al sistema de información de la compañía.

3.2.1 Software de gestión del depósito temporal

Actualmente, el software que utiliza el depósito temporal para su manejo operativo es adecuado. Para demostrar la validez del software WMS que utiliza la empresa, pese a las limitaciones que tiene de forma inherente, se presenta una matriz de ponderación donde se evalúan diversos factores relevantes para seleccionar el mejor software para el depósito temporal. En primer lugar, se presenta los criterios de selección y los criterios para asignar el puntaje respectivo a cada propuesta de software.

Tabla 16: Criterios para la elección del software

Criterio	Bueno – 3 puntos	Regular – 2 puntos	Malo – 1 punto
Costo de implementación	Hasta US\$10000	US\$10001 - US\$50000	US\$50001-más
Adaptación al proceso del depósito temporal	Se adapta adecuadamente a todas las operaciones propias de un depósito temporal.	Se adapta parcialmente a las operaciones propias del depósito temporal, el software carece del manejo de 1 a 2 operaciones.	Se adapta deficientemente a las operaciones propias del depósito temporal, el software carece del manejo de más de 3 operaciones.
Tiempo de implementación	Hasta 2 meses	De 3 meses a 6 meses	Más de 6 meses
Complejidad del sistema	Intuitivo y fácil de utilizar a nivel usuario.	Relativamente fácil de utilizar, presenta cierta dificultad para ubicar la información.	No es fácil de utilizar y requiere capacitaciones considerables para poder ser utilizado sin inconvenientes.

Elaboración propia.

A continuación, se presenta la matriz de ponderación, donde se observa la calificación que ha obtenido cada alternativa de software. Como se observa, en este caso la mejor opción es el sistema WMS actual, frente al Oracle WMS propuesto. Por lo tanto, se concluye que el sistema que tiene la empresa analizada es adecuado para continuar sus operaciones.

Tabla 17: Matriz de ponderación de factores de elección de software

Criterio	Pesos	Calificación		Ponderación	
		WMS Actual	Oracle WMS	WMS Actual	Oracle WMS
Costo de implementación	2	3	2	6	4
Adaptación al proceso del depósito temporal	2	3	4	6	8
Tiempo de implementación	1	2	1	2	1
Complejidad del sistema	1	2	2	2	2
Total				16	15

Elaboración propia.

Por otra parte, de forma cualitativa, se observa que la cantidad de operarios es mayoritaria en el almacén: de las 92 personas que trabajan en la empresa, sólo 24 es personal administrativo, es decir, un 26%. Por lo tanto, es adecuado que un sistema WMS especializado sea el que se utilice en un depósito temporal.

Sin embargo, cabe mencionar que el Oracle WMS no se ha elegido por poco margen y principalmente por el costo de implementación. Lo cual quiere decir que, en el futuro, si la compañía puede permitirse invertir un poco más en el departamento de TI, podría optar por esta opción ya que ofrece interesantes alternativas, como el manejo de la data desde la nube. Esta característica permitiría prescindir en el mediano plazo de la dependencia de almacenaje de datos en servidores físicos.

A continuación, se muestran en dos gráficos las características antes mencionadas sobre el Oracle WMS. (Oracle, 2021)

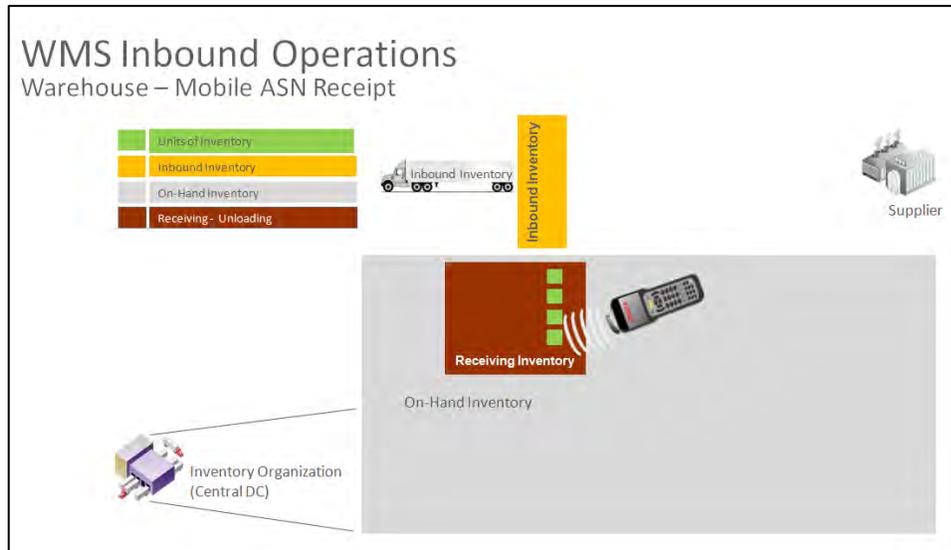


Figura 32: Oracle WMS: Recibiendo data del almacén
Fuente: (Oracle, 2021)

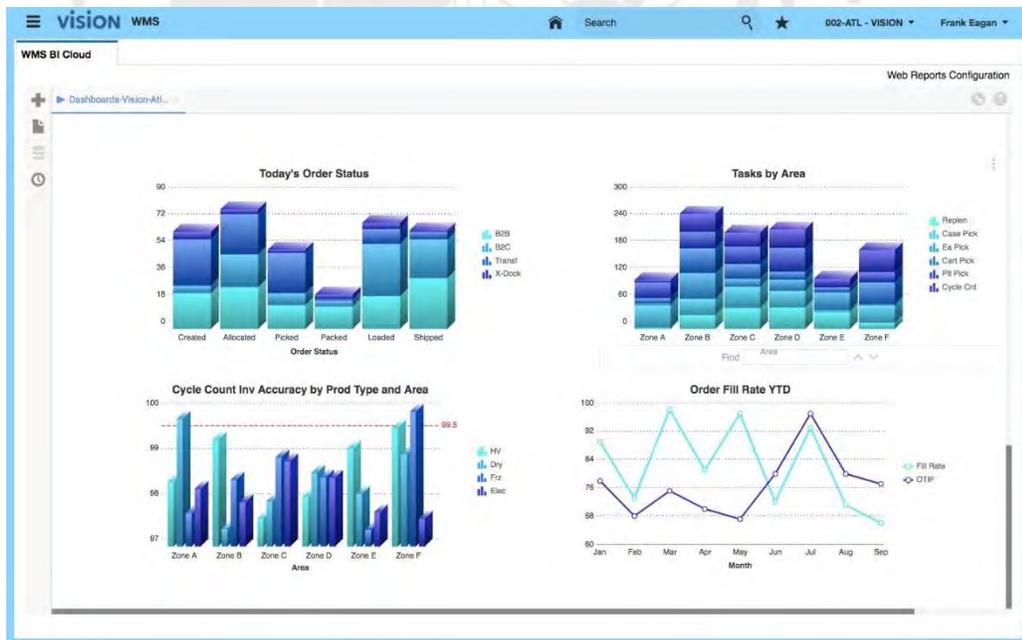


Figura 33: Oracle WMS: Dashboards con data en la nube
Fuente: (Oracle, 2021)

3.2.2 Software para el sistema RFID

La implementación del RFID implica también la contratación de un software que pueda gestionar la data obtenida de los lectores y las etiquetas RFID. Se ha elegido el software ClearStream RFID el cual cumple con las características necesarias para poder realizar el monitoreo de las etiquetas RFID en cualquier momento (ClearSteam RFID, 2015). En la siguiente imagen se observa la interfaz de este software, donde se puede ver los ítems que se tiene monitoreado, con todas sus características.

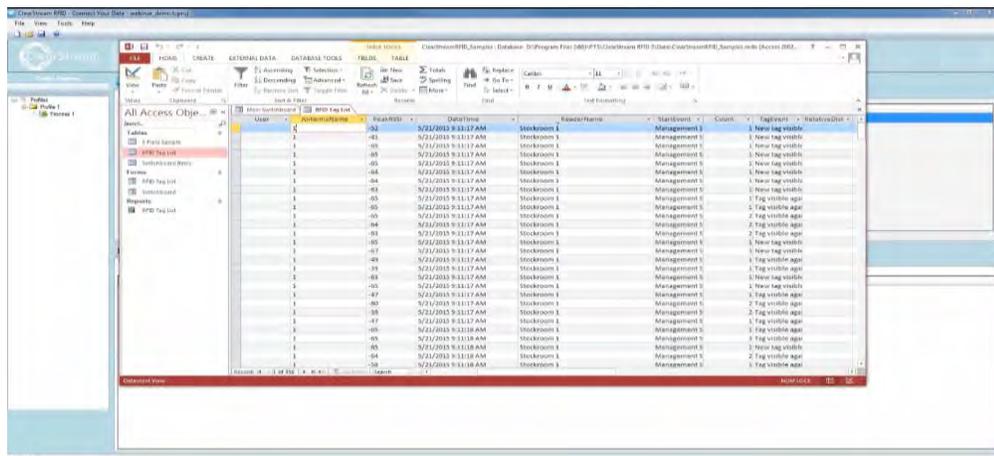


Figura 34: Software ClearStream RFID

Fuente: (ClearSteam RFID, 2015)

En la Figura 35, se observa el costo de la implementación de la página web de nuestra propuesta.

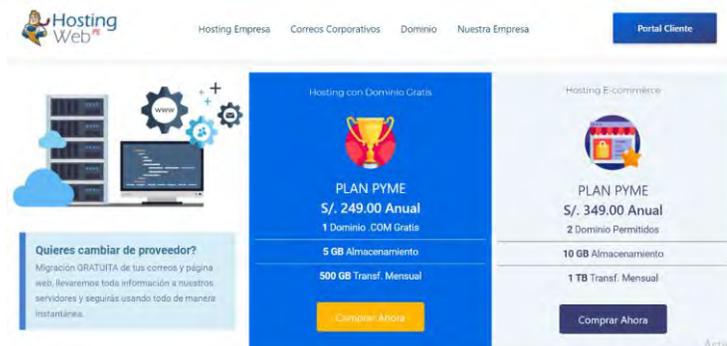


Figura 35: Costo de implementación página web empresarial

Fuente: (ClearSteam RFID, 2015)

CAPÍTULO IV: Aspectos económicos de la propuesta

Luego de evaluar a la compañía, proponer las mejoras, se expondrá la viabilidad económica de las propuestas de mejora.

4.1 Análisis Costo - Beneficio

Con la finalidad de demostrar que las propuestas de mejora son viables y representan beneficio para la empresa, se realizará el análisis costo-beneficio, estimando los costos tanto de implementación como de operación, e identificando los ahorros que se obtendrían luego de la implementación.

Los costos de la implementación de las propuestas se detallan a continuación:

Costos de implementación de las propuestas

Propuesta	Monto (S/)	Porcentaje
Implementación de módulo web		
Diseño del módulo	500	2.25%
Implementación en la web (Anexo 1)	350	1.57%
Subtotal	850	3.82%
Mejora de la señalización		
Señales horizontales y verticales	300	1.35%
Implementación física, mano de obra	600	2.69%
Subtotal	900	4.04%
Implementación sistema RFID		
Etiquetas RFID (2300 unid.)	220	0.99%
Lectores RFID (4 unid.)	6400	28.74%
Software ClearStream RFID	8000	35.92%
Diseño e implementación física	2500	11.23%
Subtotal	17120	76.87%
Implementación Plan Bioseguridad		
Señalización de aforo, entre otros	900	4.04%
Capacitación al personal clave	2000	8.98%
Compra inicial de mascarillas y protectores	500	2.25%
Subtotal	3400	15.27%
Costos totales de implementación	22270	

Se ha considerado un tipo de cambio promedio para el presente análisis de 3,60 soles por cada dólar estadounidense.

Los gastos anuales en los que se van a incurrir para mantener las propuestas se detallan en la Tabla 21.

Gastos anuales de las propuestas

Propuesta	Monto (S/)	Porcentaje
Implementación de módulo web		
Actualización y mantenimiento del módulo (anexo 1)	350,00	21%
Subtotal	350,00	21%
Mejora de la señalización		
Mantenimiento de señalización	400,00	24%
Subtotal	400,00	24%
Implementación sistema RFID		
Mantenimiento de equipos	900,00	55%
Subtotal	900,00	55%
Gastos totales anuales	1 650,00	

Por otra parte, se detallan los beneficios que se obtendrán por las mejoras propuestas, así como su cuantificación.

Por la propuesta de mejora en el flujo de camiones, que involucra a los 4 operarios que se ubican en la recepción de los camiones, se detalla el beneficio obtenido:

Beneficio de las mejoras en el flujo de camiones

Concepto	Monto(S/)
Operarios de recepción de camiones	4
Sueldo mensual del operario	950,00
Total sueldo de operarios de recepción de camiones	3 800,00
Ahorro del 33% al mes	1 266,67
Ahorro del 33% al año (multiplicado por 14 veces)	17 733,34

De forma similar, para la propuesta de mejora de las mejoras en el picking a través de la implementación del sistema RFID, se obtuvo los siguientes beneficios:

Beneficios de las mejoras en el sistema de picking

Concepto	Monto(S/)
Operarios área de almacén	49
Sueldo mensual del operario	950,00
Total sueldo de operarios área de almacén	46 550,00
Ahorro del 36%	16 551,11
Ahorro del 36% anual (multiplicado por 14 veces)	231 715,56

De forma implícita, el beneficio más interesante para el depósito temporal será que podrán manejar mayor cantidad de carga ya que cuentan con más horas-hombre debido a estos ahorros, lo que significaría un aumento consistente de ingresos por mayor volumen de cargas manejadas.

En resumen, el valor neto del análisis, sumando los beneficios obtenidos y restando los costos y gastos incurridos, sale positivo en el primer año luego de la implementación. Esto quiere decir que las mejoras son buenas y además la inversión se recupera dentro del primer año.

Valor neto del Costo-Beneficio

Concepto	Monto (S/)
Costos de implementación	22270
Gastos en un año	1650
Subtotal	23920
Beneficios en un año	232 982
Subtotal	232 982
Valor neto	209062

4.2 Evaluación económica

Se desarrollará el flujo de caja económico con la finalidad de saber la fecha exacta de recuperación de la inversión inicial en la implementación de las mejoras propuestas. El periodo de análisis será un semestre, ya que es un periodo suficiente para poder saber la fecha del retorno a la inversión. Cabe resaltar que no se están utilizando los demás elementos del flujo de caja porque se mantienen constantes, y por tanto no son relevantes para el análisis.

Flujo de caja económico

Concepto	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Costos de implementación	22270						
Gastos		1650	1650	1650	1650	1650	1650
Beneficios (ahorros)		17421.83	17421.83	17421.83	17421.83	17421.83	17421.83
Flujo de caja	-22270	-6498.17	9273.67	25045.50	40817.33	56589.17	72361.00

En la Tabla 26 se observa el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) calculado con una tasa de referencia k igual a 10%.

Cálculo del VAN

	Inversión Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Flujos	-22270	-6498.17	9273.67	25045.50	40817.33	56589.17	72361.00
VAN	S/102,165.92						

Finalmente, en la Tabla 27 se observa el cálculo del TIR, el cual se calculará igualando los flujos llevados al presente e igualándolos a cero.

Cálculo del TIR

	Inversión Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Flujos	-22270	-6498.17	9273.67	25045.50	40817.33	56589.17	72361.00
TIR	59%						

CAPÍTULO V: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se presentan las conclusiones por cada propuesta de mejora planteada:

- La propuesta de implementación del sistema RFID es la que más inversión demanda. Sin embargo, es la que también genera mayores beneficios porque impacta directamente en todo el almacén de la empresa y en la mayor cantidad de operarios.
- La propuesta de mejora en la señalización general del almacén y de la empresa cuenta con una inversión pequeña, sin embargo, es muy importante ya que representa ahorros considerables en los tiempos de picking. Un almacén bien señalizado es muy importante para una eficiencia óptima y para aminorar los retrasos.
- La propuesta de mejora de la implementación de un módulo web cuenta con una inversión pequeña de S/250, pero también genera ahorros importantes para la empresa. Asimismo, dado que el VAN fue mayor que cero y que el TIR igual a 59% fue mayor a la tasa de referencia usada para calcular el VAN, de 10%, podemos decir que las propuestas de mejora planteadas son aceptables económicamente.
- Se puede concluir de forma general que las tecnologías de la información son de mucha utilidad para mejorar la eficiencia en las empresas. Muchas veces la inversión puede ser poca, en otras ocasiones es considerable, pero lo importante es saber cuál solución es la adecuada para cada tipo de empresa. De ser así, el resultado final será siempre de beneficios para la organización.
- Se concluye que la pandemia ha sido un desafío logístico no sólo para las empresas logísticas, sino en general para todo tipo de compañía en mayor o menor medida. El aumento considerable de demanda de productos en la última milla, ha ocasionado un reto para muchas empresas, así como para la carga de trabajo de los depósitos temporales y almacenes en general.

5.2 Recomendaciones

Se presentan a continuación las recomendaciones del presente trabajo de tesis:

- Se recomienda iniciar la implementación de las mejoras con las propuestas de menor inversión. Los resultados serán visibles en el corto plazo. De esta forma, la aceptación de la propuesta de mayor inversión inicial será mejor recibida por la Gerencia de la empresa. Asimismo, en el mediano o largo plazo se recomienda destinar inversión para poder actualizar a un WMS con mejores capacidades.
- Se recomienda mantener actualizada la matriz de riesgos de la operatividad de la empresa con la finalidad de prevenir la mayor cantidad de errores que mermen la eficiencia de la compañía. Se debe actualizar en función de los cambios que tenga la compañía en cuanto a procedimientos, cambios de tecnología, nuevas tecnologías, nuevos procesos y cambio de políticas.
- Se recomienda aplicar más adelante uno o más modelos de inteligencia artificial que les permita tomar decisiones acertadas y dinámicas acorde a los cambios en la demanda del mercado.

Bibliografía

- Alibaba. (Junio de 2018). Obtenido de Alibaba: <https://www.alibaba.com/>
- Anaya, J. (2007). *Logística integral*. Madrid: Esic Editorial.
- Anaya, J., & Polanco, S. (2007). *Innovación y mejora de procesos logísticos*. Madrid: ESIC.
- Aner. (2017). *Aner*. Obtenido de <http://www.aner.com/que-es-un-erp.html>
- Arvis, J.-F. (2016). *Connecting to Compete 2016: Trade Logistics in the Global Economy*. Banco Mundial.
- Autodesk. (2017). *Autodesk*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Baca Urbina, G. (2006). *Evaluación de Proyectos*. México: Mc Graw Hill.
- Badillo, W. (2017). *Evolucion del almacenamiento*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/140188899/EVOLUCION-DEL-ALMACENAMIENTO>
- Banco Mundial. (2017). Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ?end=2016&start=2016&view=map>
- BBC. (13 de Abril de 2020). *BBC*. Obtenido de BBC: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52251104>
- Blog de seguridad industrial. (2017). *Blog de seguridad industrial*. Obtenido de <http://blogseguridadindustrial.com/como-manejar-un-montacargas/>
- BlogGS1. (2017). *BlogGS1*. Obtenido de <https://blog.gs1mexico.org/el-mito-del-codigo-de-barras-750-para-identificar-empresas-mexicanas>
- Carreño, A. (2006). *Logística de la A a la Z*. Lima: Fondo Editorial Pucp.
- ClearSteam RFID. (26 de Mayo de 2015). Video Demonstration ClearStream. EEUU.
- Contrans. (2018). *Contrans*. Obtenido de <https://www.contrans.pe/>
- Dargan, G. (2005). Obtenido de The Use of Radio Frequency Identification as a Replacement for Traditional Barcoding: <https://web.archive.org/web/20050314231459/http://www.andrew.cmu.edu/user/cjs/tech.html>
- Diario del Exportador. (2017). *Diario del Exportador*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2017, de <http://www.diariodelexportador.com/2016/11/tipos-de-carga-general-granel-peligrosa.html>
- EOI. (2017). Obtenido de EOI: <http://www.eoi.es/blogs/patriciariomero/>
- ESAN. (11 de Julio de 2020). *ESAN*. Obtenido de ESAN: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2020/07/desafios-que-enfrenta-la-logistica-en-tiempos-de-pandemia/>
- Francisco, L. (2014). *Tesis "Análisis y Propuestas de Mejora de Sistema de Gestión de Almacenes de un Operador Logístico"*. San Miguel.
- Galileo, U. (10 de Octubre de 2020). *EDX*. Obtenido de EDX: <https://www.edx.org/es/course/introduccion-a-la-inteligencia-artificial-principales-algoritmos>
- Gestión. (22 de Junio de 2015). Impulso del comercio exterior en el país se consolida. *Gestión*, pág. 1.
- Gestión, D. (11 de Noviembre de 2020). *Diario Gestión*. Obtenido de Diario Gestión: <https://gestion.pe/tecnologia/inteligencia-artificial-historia-origen-funciona-aplicaciones-categorias-tipos-riesgos-nnda-nnlt-249002-noticia/>
- GS1. (2017). *GS1*. Obtenido de <https://www.gs1.org>
- Hopkins, U. J. (2020). *Universidad Johns Hopkins*. Obtenido de Universidad Johns Hopkins: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>

- Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing*. México: Pearson Education.
- Logismarket. (8 de Abril de 2018). *Logismarket*. Obtenido de <https://www.logismarket.es/jungheinrich/carretillas-trilaterales-para-pasillos-estrechos-hombre-arriba/1337991477-4378858-p.html>
- Maram, L. (2017). *Luis Maram*. Obtenido de <https://www.luismaram.com/como-hacer-benchmarking-en-sustentabilidad/>
- Mecalux. (2017). *Mecalux*. Obtenido de <https://www.mecalux.es/casos-practicos/>
- Medina, I. (2016). Obtenido de T&T Solutions: <http://www.tt-rfid.com/2016/10/03/el-fracaso-del-rfid/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (3 de Abril de 2013). *Marco normativo de los servicios de telecomunicaciones*. Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/servicios_publicos/ADECRETO%20SUPREMO%20N%20006%202013%20MTC0001.pdf
- Movicarga. (2017). *Movicarga*. Obtenido de <http://movicargaservimaq.com/servicios/compraventadecontenedores/>
- Murray, M. (2006). *SAP MM - Functionality and technical configuration*. Galileo Press.
- Naciones Unidas. (2015). *Integrated International Transport and Logistics System for North-East Asia*. Naciones Unidas, Economía y Sociales.
- Neptunia. (8 de Abril de 2018). Obtenido de Neptunia: <http://www.neptunia.com.pe/servicios>
- OMS. (8 de Setiembre de 2020). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/csr/disease/swineflu/frequently_asked_questions/pandemic/es/
- Oracle. (10 de Agosto de 2021). *Oracle*. Obtenido de Oracle: <https://www.oracle.com/webfolder/s/quicktours/scm/gqt-scm-log-wms/index.html>
- Peruano, D. E. (22 de Noviembre de 2020). *Diario El Peruano*. Obtenido de Diario El Peruano: <https://elperuano.pe/noticia/93417-coronavirus-america-latina-ingresa-a-la-etapa-de-contagio-local>
- PWC. (2012). *Neptunia EEFF Auditados 2012*. Lima: PWC.
- RAE. (2017). *RAE*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>
- RefrescosTV. (2017). *RefrescosTV*. Obtenido de <http://refrescostv.es/almacen-de-refrescos-anos-60-70/>
- Refulio, R., & Rodríguez, D. (2011). *Propuesta de un modelo de control y gestión de existencias en una empresa de telecomunicaciones usando como herramienta de soporte los módulos MM-WM del sistema SAP R/3*. Lima.
- RF-ID Technology. (2005). *RF-ID*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20050311105814/http://www.rf-id.com:80/rfidtech.htm>
- Saslavsky, D. (2016). *Connecting to Compete 2016: Trade Logistics in the Global Economy*. Banco Mundial.
- Servymaq. (8 de Abril de 2018). *Servymaq*. Obtenido de http://www.servymaq.cl/prod_transpaletas.html
- Sunat. (2017). *Sunat*. Recuperado el 23 de Setiembre de 2017, de <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/normasdua/gja-03normasoc.htm>
- Watson, H. (1995). *Benchmarking estratégico*. Buenos Aires: Javier Vergara.
- WMS. (2017). *WMS*. Obtenido de <https://wms.com.es/>