



# Mudanza CD/CLAG

*Proyecto Pasantía Capstone 2023-2*

*Automotores Gildemeister spa*

## **Autor**

Vicente Ladevig Marchese

Ingeniería Civil Industrial

20.431.011-4

[vladevig@alumnos.uai.cl](mailto:vladevig@alumnos.uai.cl)

**Diciembre 24, 2023.**

Pasantía Full Time 2023/2

Santiago de Chile

Derechos reservados a Automotores Gildemeister spa, Chile. ©

Estrictamente confidencial, ningún tipo de información de este documento puede ser utilizada ni compartida en ninguna circunstancia.

## Resumen Ejecutivo

El presente informe mostrará en detalle el proyecto a realizar para la empresa automotriz “Automotores Gildemeister S.A”, llevada a cabo en una de las subáreas de esta, correspondiente a Logística de repuestos y accesorios AfterMarket. Adentrándonos en el rubro, se ha pensado en cómo abarcar la problemática referente al Centro de Distribución, en donde tanto los indicadores de productividad y costos muestran un comportamiento inferior a su Centro de Distribución en Lima, Perú. Los KPI’s seleccionados para comparar, han permitido notar que el problema se cuantifica en que, a nivel productivo, Chile produce un 19,66% menos que Perú (medido en Líneas por Hora) y, en consecuencia, el costo por línea es un 67,42% más costoso. Es por esto que, esta brecha permitió establecer como objetivo general para este proyecto en incrementar la productividad en un 20% (3,97 LPH -> 4,76 LPH) y generar así una disminución en el costo por línea de un 25% (6,70 USD/línea -> 5,025 USD/línea) en un horizonte de 1 año posterior a los cambios. Para esto, con ayuda de una matriz de selección entre las diferentes alternativas planteadas de solución, se ha tomado la decisión de mudar el centro de distribución hacia las instalaciones de logística Preentrega, buscando utilizar un espacio que la empresa es dueña, para capturar un ahorro representativo de no arrendar y al mismo tiempo, poder rediseñar y reestructurar la manera de almacenar los productos buscando eficacia, simpleza y seguridad.

Ahora bien, durante la implementación de la metodología paso a paso “to be”, se reemplazará la Mezzanina que se utiliza para existencias de menor volumen y tamaño, por un Vertical Lift Machine que procura una agilización del proceso de picking requiriendo un espacio menor. Complementario, se reemplazarán los racks selectivos arrendados actualmente, generando un rediseño de cada bastidor, priorizando así que los productos de mayor rotación sean almacenados a altura hombre, procurando capturar tiempos perdidos en preparar los pedidos por almacenar en altura. Finalmente, aplicando gestión de operaciones, se hará análisis de la mano de obra necesaria para suplir la demanda del centro, aplicando tasa constante sin roturas la planeación agregada.

Luego, una vez ejecutados estos cambios (entre otros más), generarán como resultado un mejoramiento superior en productividad al declarado en los objetivos (59,95% ), una disminución en los costos operacionales del 17,46%. Esto conllevará hacia una agilización de las actividades del proceso y por ende una mejoría en la manera de fidelizar, cubrir las necesidades y generar el bienestar de los clientes. Por otro lado, las conclusiones de este proyecto no solo radicarón en mejorar la productividad y disminuir costos, sino también dar punto de inicio hacia el largo camino que está desempeñando la industria chilena, encaminándose hacia la digitalización de los procesos, así como un establecimiento primordial de punto de enfoque el cuidado del medio ambiente, la sostenibilidad y la constante generación de valor hacia los clientes.

## Abstract

The present report will provide a detailed overview of the project for the automotive company "Automotores Gildemeister S.A," specifically in one of its sub-areas, related to AfterMarket spare parts and accessories. Delving into the industry, the focus is on addressing the issues concerning the Distribution Center, where both productivity and cost indicators exhibit a performance inferior to their Distribution Center in Lima, Peru. The selected KPIs for comparison have revealed that, in terms of productivity, Chile produces 19.66% less than Peru (measured in Lines per Hour), and consequently, the cost per line is 67.42% higher. This gap has led to the establishment of the general objective for this project: to increase productivity by 20% (from 3.97 LPH to 4.76 LPH) and achieve a 25% reduction in the cost per line (from 6.70 USD/line to 5.025 USD/line) within one year after the changes.

To achieve this, with the help of a selection matrix among different proposed solution alternatives, the decision is to relocate the distribution center to the Pre-Delivery Logistics facilities. The aim is to use a space owned by the company, capturing significant savings by avoiding rent and, at the same time, redesigning and restructuring the way products are stored for efficiency, simplicity, and safety.

During the step-by-step implementation of the "to be" methodology, the Mezzanine used for lower volume and size inventory will be replaced by a Vertical Lift Machine to streamline the picking process, requiring less space. Additionally, the currently leased selective racks will be replaced, involving a redesign of each frame, prioritizing the storage of high-rotation products at a human height to capture time savings in order preparation by storing at height. Finally, applying operations management, an analysis of the necessary workforce to meet the center's demand will be known, applying a constant rate without disruptions in the combined planning.

Subsequently, once these changes (among others) are implemented, they will result in a productivity improvement exceeding the stated objectives (59.95%), a decrease in operational costs of 17.46%. This will lead to a streamlining of process activities and, consequently, an improvement in the way of building loyalty, meeting the needs, and enhancing the well-being of customers. On the other hand, the conclusions of this project not only aimed at improving productivity and reducing costs but also marked the starting point for the ongoing journey of the Chilean industry, moving towards the digitization of processes. Additionally, a primary focus is placed on environmental care, sustainability, and the continuous generation of value for customers.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.1. CONTEXTO DE LA EMPRESA .....	6
<b>2. PROBLEMA .....</b>	<b>9</b>
2.1. OPORTUNIDAD DE MEJORA .....	11
<b>3. OBJETIVOS:.....</b>	<b>12</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	12
3.3. MEDIDAS DE DESEMPEÑO.....	13
<b>4. ANÁLISIS.....</b>	<b>14</b>
4.1. CAUSAS DEL PROBLEMA .....	16
4.2. IMPACTO DE LAS CAUSAS .....	17
<b>5. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>18</b>
5.1. MARCO TEÓRICO .....	18
<b>6. SOLUCIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>7. METODOLOGÍA.....</b>	<b>21</b>
7.1. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	21
7.2. DISEÑO INFRAESTRUCTURA DEL NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN .....	22
7.3. EQUIPO E INSUMOS MUDANZA (PROVISORIO) .....	23
7.3.01. EQUIPO PROVISORIO PARA MUDANZA .....	23
7.3.02. EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE EXISTENCIAS PARA MUDANZA .....	23
7.3.03. TRANSPORTE EXISTENCIAS .....	23
7.4. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO .....	24
7.4.01. PERITAJE RACKS ACTUALES .....	24
7.4.02. RACK SELECTIVO PARA EXISTENCIAS DE ALTA ROTACIÓN .....	24
7.4.03. VERTICAL LIFT MACHINE .....	25
7.5. ANÁLISIS VOLUMETRÍA PROYECTADA .....	26
7.5.01. RESULTADOS VOLUMETRÍA “VERTICAL LIFT” Y “RACK SELECTIVOS” .....	26
7.6. LÍNEAS PROYECTADAS PARA 2024 .....	27
7.7. RECURSOS HUMANOS: “PLANEACIÓN AGREGADA MANO DE OBRA OPERARIA” .....	27
7.8. RIESGOS DE LA METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN .....	28
7.1. ANÁLISIS FINANCIERO (EVALUACIÓN ECONÓMICA) .....	28
7.1.01. GANANCIAS OPERACIONALES POR PROYECTO .....	28
7.1.02. ANÁLISIS FLUJO DE CAJA .....	29
<b>8. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>30</b>
8.1. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO (CARTA GANTT) .....	30
8.2. PLAN DE MUDANZA .....	31
<b>9. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
9.1. RESULTADOS “LÍNEAS POR HORA” .....	33
9.2. RESULTADOS “COSTOS POR LÍNEA” .....	33
<b>10. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
10.1. RECOMENDACIONES .....	34
10.2. LECCIONES APRENDIDAS .....	34
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>35</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>37</b>

12.1.	TEST DE NORMALIDAD: SHAPIRO-WILKS.....	37
12.2.	LEVANTAMIENTO DE PROCESOS BPM .....	38
12.3.	POE: PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR .....	41
12.4.	ANÁLISIS HORAS HOMBRE .....	43
12.5.	ANÁLISIS ECONÓMICO "ALTERNATIVAS SOLUCIÓN" .....	45
12.6.	PLANOS PROYECTO CD/CLAG .....	46
12.7.	VERTICAL LIFT MACHINE.....	48

# 1. Introducción

## 1.1. Contexto de la Empresa

Automotores Gildemeister s.a fue fundada en 1986, como distribuidor oficial de Hyundai Motor Company para Chile, en donde poco a poco ha ido expandiéndose hacia otros países, como Perú y Costa Rica; logrando así no solamente generar un incremento en su mercado objetivo, sino también poder expandir su modelo de negocio, gama de vehículos y repuestos para diferentes sectores. Hoy, ha incorporado a su cartera de productos marcas y repuestos de vehículos de primer nivel de provenientes de China, como Baic, Brilliance, Mahindra y Yutong. (Gildemeister, 2023). Dicho esto, dada su gran cantidad de productos, el tamaño de esta empresa se enfrenta a un constante crecimiento, teniendo en participe a más de 1400 trabajadores distribuidos en las áreas de, Fortaleza B&C, Retail, Marketing, A&F, Supply Chain, RRHH y Auditoría. El área en donde se desarrollará este proyecto corresponde a Supply Chain, en donde “Logística AfterMarket” será el lugar de trabajo:

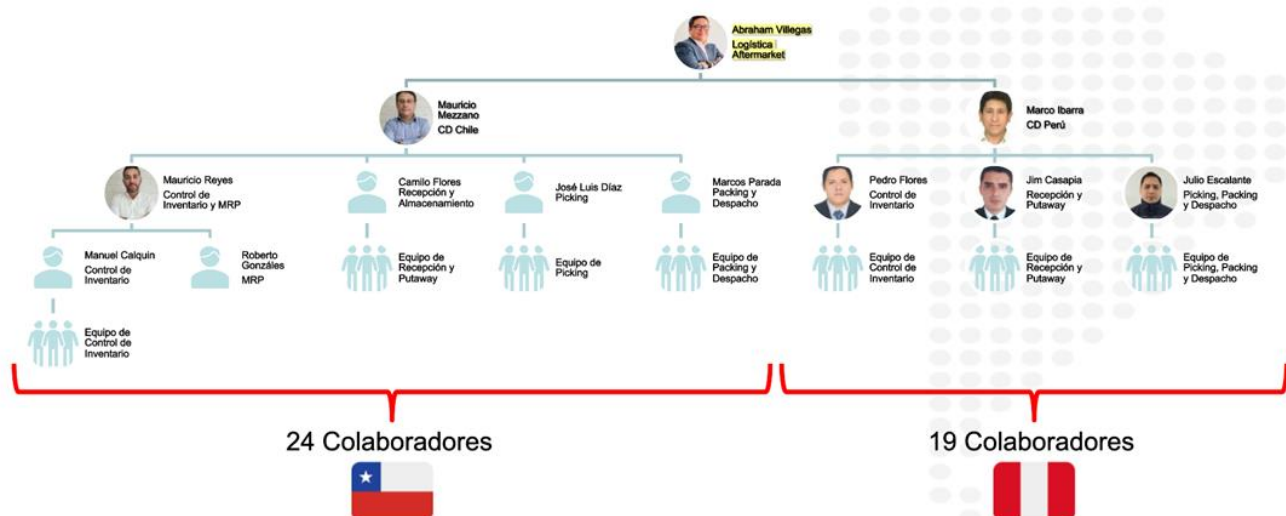


Ilustración 1: "Organigrama Logística AfterMarket". Fuente Propia.

Esta área se encarga de la administración y operación de los Centros de Distribución en Chile y Perú. Dichos centros albergan la distribución de los repuestos de vehículos que ofrece la marca, los cuales pueden ser agrupados en repuestos para motor, sistema de escape, transmisión, suspensión, frenos, sistema eléctrico y accesorios que se adicionan a la base de cada auto.



Ilustración 2: Ejemplo de repuesto Hyundai. (Gildemeister, 2023)

En relación a ello, para poder entender el comportamiento del mercado automotriz en los últimos años, el siguiente gráfico muestra el nivel de ventas mensuales en nuestro país para vehículos livianos y medianos:

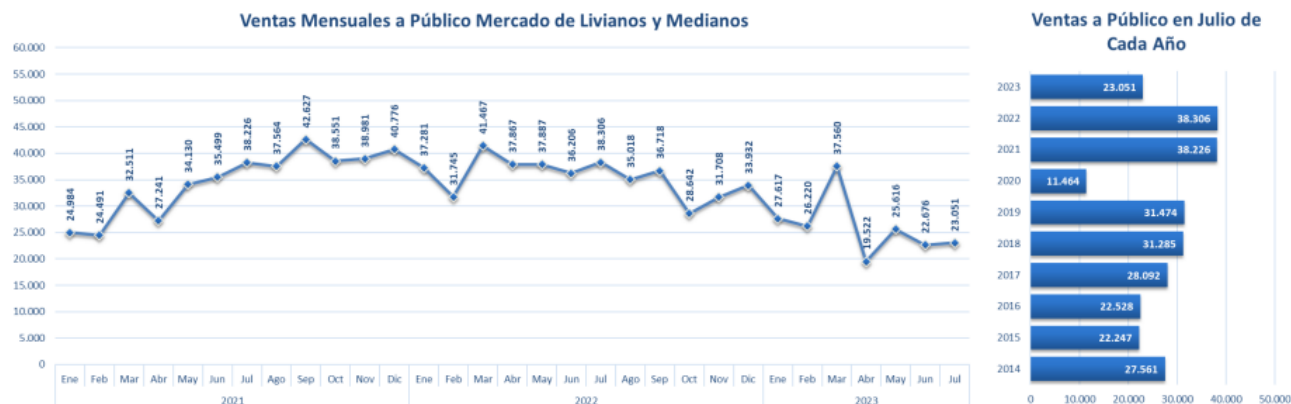


Gráfico 1: "ventas mensuales automotriz al mercado chileno, Julio 2023" (ANAC, 2023)

Las restricciones de acceso a financiamiento, la menor liquidez de los hogares y la debilidad de la actividad económica, según ANAC<sup>1</sup> (ANAC, 2023), son causa de esta disminución aproximada del 30% de las ventas de vehículos livianos y medianos en comparación a 2022. Adicionalmente, debido a este comportamiento en la industria, se prevé que los precios de los vehículos nuevos subirán un 20% aproximadamente en 2024, por lo que es una oportunidad para la empresa impulsar el mercado de repuestos, dado que se estima que la venta de autos nuevos disminuirá y por ende los autos usados requerirán de mayor cantidad de repuestos en el mediano plazo. Dicho esto, en esta área, el CD<sup>2</sup> de Chile ubicado en dos galpones de 4500 m<sup>2</sup> concatenados y arrendados a "Bodegas San Francisco", cumple la función de ser el centro de recepción, almacén y distribución de todos los insumos y repuestos que requiere cada producto vendido por la empresa. Dado que a nivel administrativo esta área no genera ingresos, el departamento de logística AfterMarket realiza múltiples ajustes y proyectos con el objetivo perdurable de reducir los costos y aumentar la productividad. Lo anterior sirve para contextualizar la razón de análisis de los procesos actuales, y con ello identificar cuellos de botella e ineficiencias en su funcionamiento operativo. Para ello, a modo general, la siguiente tabla permite dar entendimiento de la situación actual analizado en KPI's:

<sup>1</sup> ANAC: Asociación Nacional Automotriz de Chile.

<sup>2</sup> CD: Abreviatura para Centro de Distribución.



	2022 Enero - 2022 Julio			2022 Agosto - 2023 Agosto							
	Chile	Perú	Región	Chile	Perú	Región	Var CL %	Var PE %	Var RE %	(Chile/Perú) %	Index
Ventas [USD]	USD 1.840.306	USD 1.580.802	USD 3.421.108	USD 1.928.303	USD 1.676.251	USD 3.604.554	4,78%	6,04%	5,36%	15,04%	
Headcount [Operarios]	39	20	59	26	19	45	-33,33%	-5,00%	-23,73%	36,84%	
Inbound [líneas]	7356	4309	11665	6734	4444	11178	-8,45%	3,13%	-4,18%	51,55%	
Outbound [líneas]	20330	13613	33943	17225	14034	31260	-15,27%	3,10%	-7,91%	22,74%	
Líneas Totales	27687	17922	45608	23960	18478	42438	-13,46%	3,10%	-6,95%	29,66%	
Opex [USD]	USD 193.660	USD 78.011	USD 271.671	USD 157.466	USD 73.921	USD 231.387	-18,69%	-5,24%	-14,83%	113,02%	
CxL [USD / línea]	7,052	4,359	5,706	6,70	4,00	5,35	-5,06%	-8,27%	-6,29%	67,42%	
Costo Logístico	10,52%	4,93%	7,94%	8,17%	4,41%	6,42%	-22,40%	-10,64%	-19,16%	85,18%	
Área Arrendada [m2]	13500	6857	20357	9000	6000	15000	-33,33%	-12,50%	-26,32%	50,00%	
HH Disponibles [Horas]	7027	3872	10899	6039	3751	9790	-14,05%	-3,14%	-10,18%	61,02%	
Productividad [LPH]	3,941059214	4,628541913	4,284800563	3,97	4,94	4,46	0,73%	6,75%	3,98%	-19,66%	

Tabla 1: "INDICADORES Logística AfterMarket Julio 2023". Fuente Propia.

Notar que los costos por la línea de forma anual han disminuido en un 5,06% y la productividad ha aumentado en un 0,73%. Si bien el comportamiento de ambos indicadores ha sido estable, el comportamiento del mercado no muestra una tendencia similar. Cabe destacar que, si bien existen dos centros de distribución de esta empresa, solamente el de Chile será el punto de enfoque a la problemática. Dicho esto, a modo de comparativa, se realizó un estudio del comportamiento del Centro de Distribución en Perú, considerando las líneas<sup>3</sup>, productividad y gastos operacionales como KPI's de estudio de los últimos 12 meses (agosto 2022 – julio 2023) en contraste a los primeros 7 meses del 2022. Gráficamente, se ha realizado la siguiente comparación:

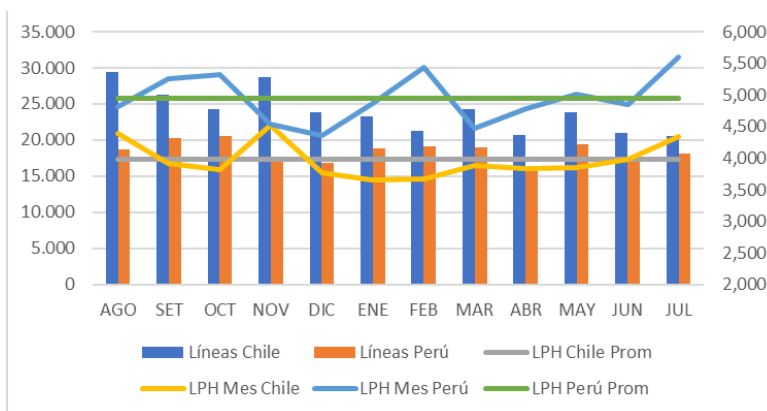


Gráfico 2: "Comparativa LPH Chile - Perú". Fuente Propia.

Dicho análisis muestra que en esta ubicación (utilizando como benchmarking el comportamiento del centro de Perú), los costos por líneas son un 67,42% más altos y las líneas procesadas por hora un 19,66% menores a las de Perú. Razón de ello, resulta interesante la realización, formulación y estudio de viabilidad de este proyecto, bajo la mirada de un ingeniero civil industrial, quien podrá aplicar diversas herramientas que resultarán ser importantes para cumplir con los objetivos de la empresa, mejorando así la rentabilidad de ella, tener foco en el cuidado de los costos operativos, aplicar el triple valor a los servicios y así, generar mejoras en cuanto a los índices de operatividad.

<sup>3</sup> Línea: Corresponde a las distintas posiciones o referencias solicitadas en un pedido de un SKU particular.

## 2. Problema

A modo de cuantificar el contexto, resulta interesante visualizar el comportamiento del CD el último año, y comprender por qué no han logrado mejorar la productividad, siendo que las líneas totales disminuyeron un 13,46%, la superficie usada es un 33,33% menor (las distancias y los tiempos debiesen disminuir) y las HH<sup>4</sup> no han sufrido cambios mayores. Dicho esto, el siguiente gráfico muestra el comportamiento de LPH<sup>5</sup> entre agosto 2022 y julio 2023:

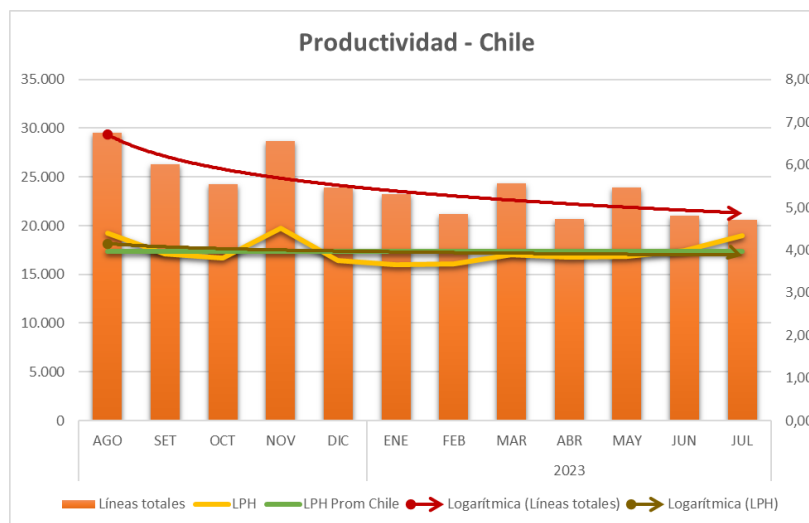


Gráfico 3: "Líneas por Hora Chile". Fuente Propia.

Notar que la tendencia de las líneas tiende a la baja, lo cual se debe a una disminución en ventas visto anteriormente y cambios en la demanda. Por ende, las líneas por hora debieron incrementarse (ya que, usando una dotación similar de operarios, la productividad debió aumentar considerando que son menores las líneas a pickear). Sin embargo, vemos que este fenómeno no ha ocurrido, lo cual traduce a que existe un problema relacionado a la productividad, con un promedio a julio de 2023 de 3,97LPH, inferior en 19,66% al comportamiento del CD de Perú.

En segundo lugar, en relación con los costos operacionales, el comportamiento mensual de los CxL<sup>6</sup> se ve reflejado en el siguiente gráfico:

<sup>4</sup> HH: "Horas Hombre"; significa cuántas horas entrega un trabajador.

<sup>5</sup> LPH: "Líneas por Hora".

<sup>6</sup> CxL: "Costo por Línea"; medido en USD/Línea.

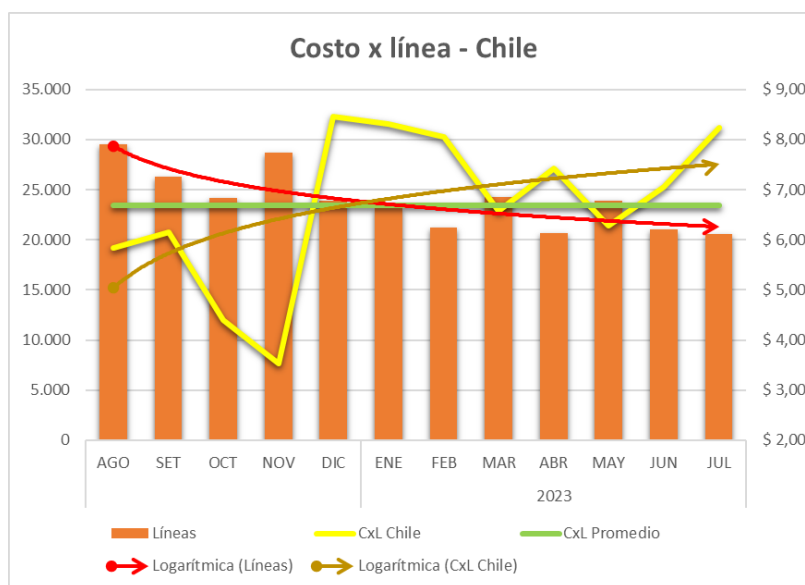


Gráfico 4: "Costo por Línea Chile". Fuente Propia.

En este caso, el costo por línea no posee un comportamiento lineal. Sin embargo, su tendencia es al alza, por lo que, sumado al problema de la productividad, vemos que los costos en un horizonte mediano aumentarán. Por lo tanto, esto nos demuestra que se debe tener hincapié en analizar esta problemática y concluir diversas maneras de reducir esta eventual alza.

Por último, el siguiente gráfico permite profundizar este estudio, analizando los gastos operativos mensuales para este CD:



Gráfico 5: "Resultados Chile 2022 - 2023". Fuente Propia.

Esta gráfica visualiza el impacto mensual por incurrir arriendo en BSF<sup>7</sup> (representando un 34,84% promedio del total de gasto operacional), y que la tendencia del costo logarítmico dado los últimos meses no muestra mayores cambios hacia el futuro. Se ha estimado que esta baja productividad ha generado gastos en torno a \$72.000.000<sup>8</sup> considerando que el equipo operativo está compuesto por 5 operarios más a los de Perú.

Estos parámetros estudiados permiten dar por conclusión que el problema existente se relaciona directamente a la productividad y a los costos operacionales, y que por ello un correcto levantamiento y cuestionamiento de los procesos conllevará hacia una mejoría tanto en LPH y en consecuencia lograr disminuir los costos relacionados.

## 2.1. Oportunidad de Mejora

Por lo tanto, dada esta brecha presente entre ambos países referente a los costos operacionales del CD, la tendencia a la baja en las ventas para los siguientes meses, y un funcionamiento similar a nivel productivo en los procesos del área, surge la oportunidad de poder realizar reformas de la situación actual, realizando un pertinente levantamiento y análisis de todas las actividades que lo conlleva, buscando el objetivo de formular y evaluar posibles proyectos de mejoría, y de forma paralela realizar una evaluación de viabilidad económica de continuar arrendando a BSF.

Para ello, con un promedio acumulado de 3,97 LPH y un costo por línea promedio de 6,70 USD/línea, son métricas relevantes que permitirán dar partidas cuantitativas para comparar el impacto de generar el proyecto y darle peso a la demostración que un manejo de mejora continua e incremental de los procesos genera no solo mejoras en ahorro de costes, sino también agiliza las actividades operativas, reduce los insumos requeridos y mano de obra utilizada, entre otros cambios más.

Para dar sustento a estas medias, aplicando un “Test de Normalidad Shapiro - Wilks” (*Anexo 12.1*) , a un nivel de significancia de 0,02 para LPH y 0,05 para CxL, se retienen ambas hipótesis nulas. Por lo tanto, ambas medias cumplen ser representativas para establecer el objetivo general de este proyecto. Dicho de otra forma, el centro de los datos si corresponde a las medias de LPH y CxL.

---

<sup>7</sup> BSF: “Bodegas san Francisco”. Ubicación donde actualmente se arrienda espacio para operar el Centro de Distribución.

<sup>8</sup> Este cálculo fue realizado tomando en referencia un costo empresa promedio de empresa de \$1.200.000 por operario, multiplicado por los últimos 12 meses, considerando que Chile ha contratado 5 personas adicionales a Perú.

### 3. Objetivos:

#### 3.1. Objetivo General

Incrementar la eficiencia y eficacia operativa del Centro de Distribución Chile, aumentando las líneas por hora en un 20% (3,97 LPH -> 4,76 LPH) y disminuir el costo por línea en un 25% (6,70 USD/línea -> 5,025 USD/línea) en un horizonte de 4 meses (posterior a las mejoras por realizar, estimadas desde enero 2024).

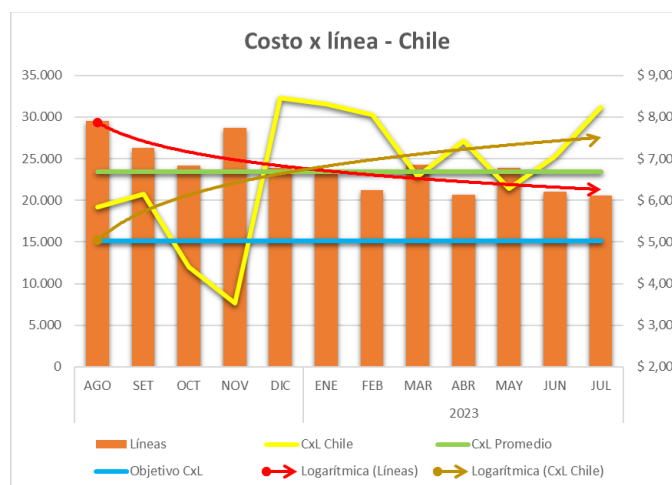


Gráfico 6: "Costo por Línea Objetivo". Fuente Propia

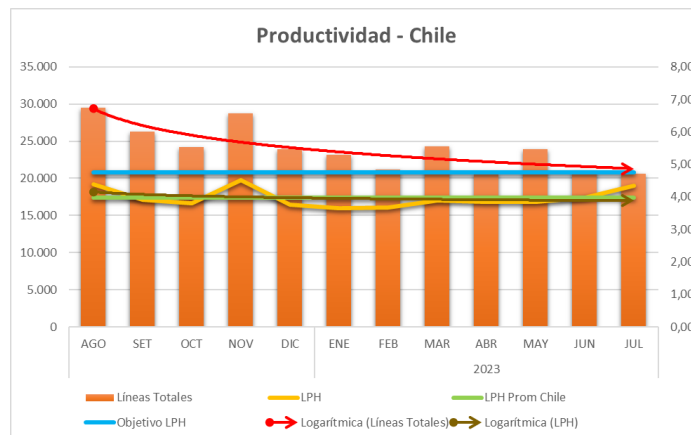


Gráfico 7: "Líneas por Hora Objetivo". Fuente Propia

#### 3.2. Objetivo Específico

- Mejorar distribución existencias (regla de Pareto) y monitoreo volumetría actual.
- Reducción del costo operacional (OPEX) mensual en un 15%, procurando al menos generar un impacto mínimo de \$72.000.000 para cubrir los gastos adicionales.
- Agilización de los procesos, aplicando análisis de las Horas producidas v/s horas contratada.
- Planeación agregada del equipo operativo.

### 3.3. Medidas de Desempeño

- 1) **Productividad:** Líneas Producidas por Hora.

$$Productividad = \frac{Líneas procesadas \times día (inbound+outbound)}{HH totales \times días} = [LPH] \quad (1)$$

- 2) **Lead Time:** Tiempo que transcurre desde que se recibe un producto hasta que este es despachado al cliente.

$$Lead Time = \frac{Tiempo (Recepción+Desconsolidación+Almacenamiento+Picking+Despacho)}{\frac{1}{[segundos]}} = [Segundos] \quad (2)$$

- 3) **Costo por Línea:** Gasto incurrido por línea producida.

$$CxL = \frac{Costo Total}{Líneas Procesadas \times Día (inbound+outbound)} = [\$USD/línea] \quad (3)$$

## 4. Análisis

Frente al levantamiento de procesos, se han utilizado diversas herramientas relacionadas a BPM<sup>9</sup> (Anexo 12.2), las cuales han permitido diagramar el flujo de trabajo, cuantificando los sectores en donde ocurre el fenómeno de cuello de botella (medido en tiempos de ejecución por actividad), el cual resultaría ser una de las causas directa de impactar la productividad. Como resultado, se ha realizado el siguiente diagrama separado en los sectores de recepción, almacenamiento, picking y despacho:

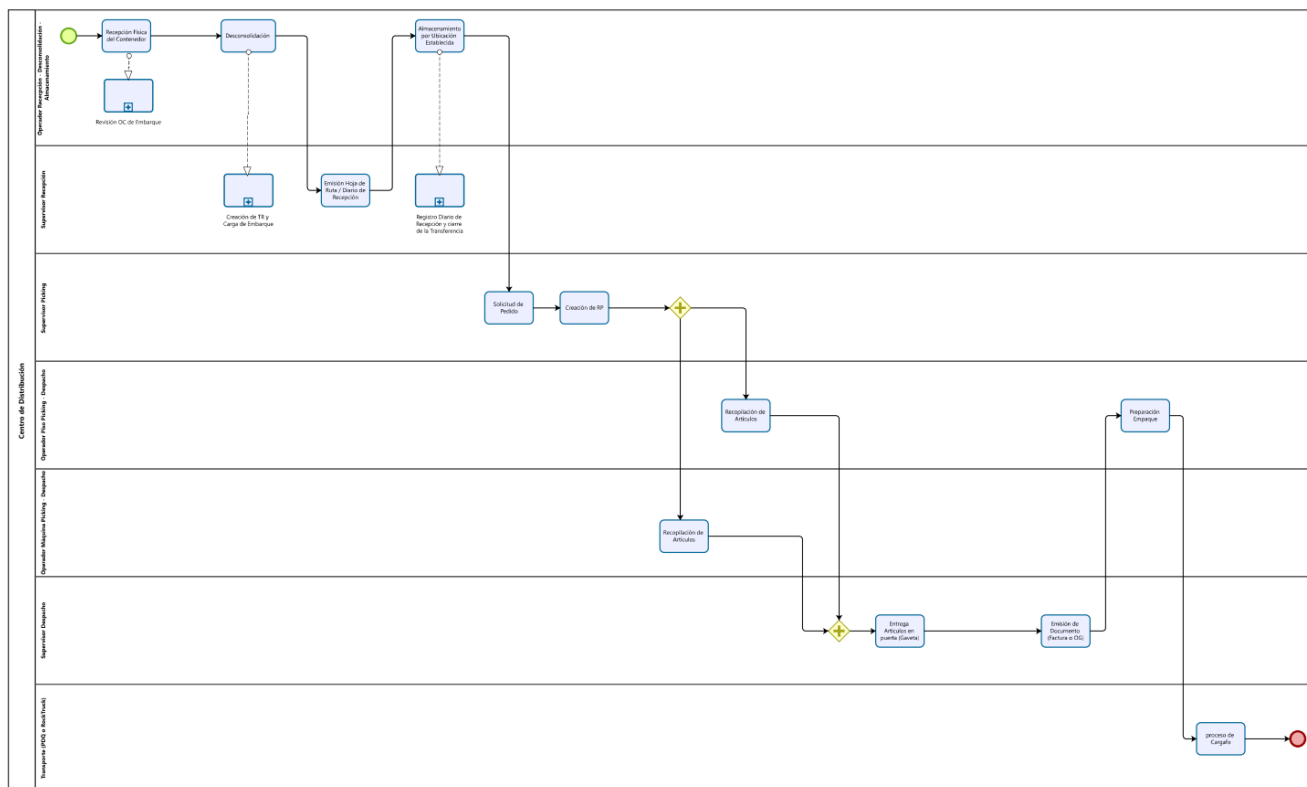


Diagrama 1: "Flujo Bizagi CD Chile". Fuente Propia.

Este flujograma separa el proceso en las diversas actividades que involucran, permitiendo dar una visualización de los sectores que podremos encontrar causas de baja productividad. Dicho esto, el cuello de botella corresponde al conjunto de picking y despacho, obtenido con la realización de procedimientos (Anexo 12.3) operacionales estándares, siendo que se requieren 10 minutos adicionales<sup>10</sup> por hoja de ruta comparado al resto de las actividades.

<sup>9</sup> BPM: Business Process Management.

<sup>10</sup> Se toma en consideración que el proceso de picking y despacho lo realiza un solo equipo de operarios, mientras que las actividades de recepción y almacenamiento es realizado por dos equipos independientes entre sí.

A continuación, se ha realizado un diagrama de Ishikawa, (Aticaingeniería, 2022), permitiendo dar un aterrizaje por parte del equipo operativo y que estos pudiesen aportar argumentos de posibles síntomas que están presentes de reducir la productividad.

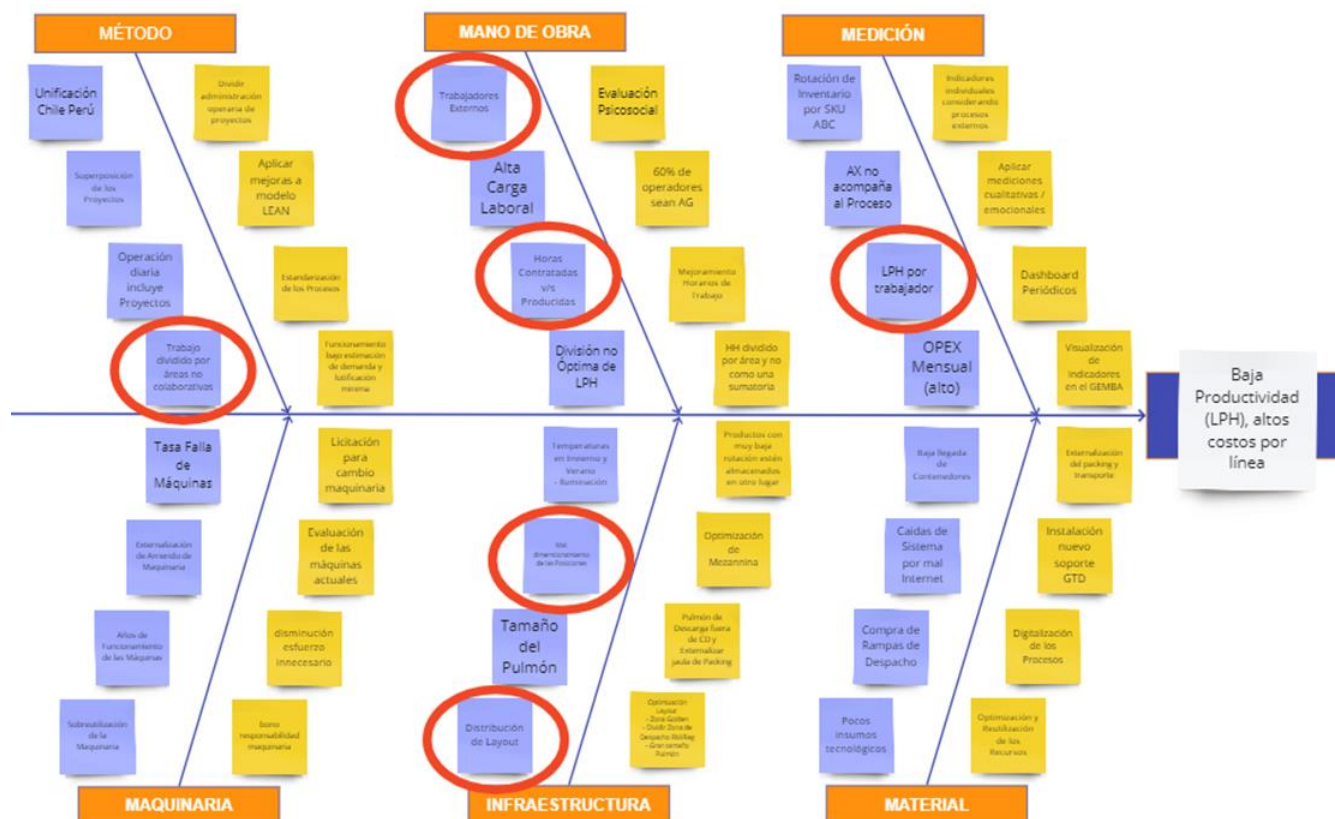


Diagrama 2: "Diagrama de Ishikawa". Fuente Propia.

Una vez analizado se establece que, de todas las causas probables, seis de ellas (demarcados con círculo rojo) sean las causas reales que afectan la productividad y costos, los cuales serán abarcados a continuación.



## 4.1. Causas del Problema

En primera instancia, la causa relacionada al ordenamiento de la bodega dio inicio para aplicar una herramienta que permita mostrar las líneas de picking<sup>11</sup> realizadas desde enero a la fecha en cada bastidor:

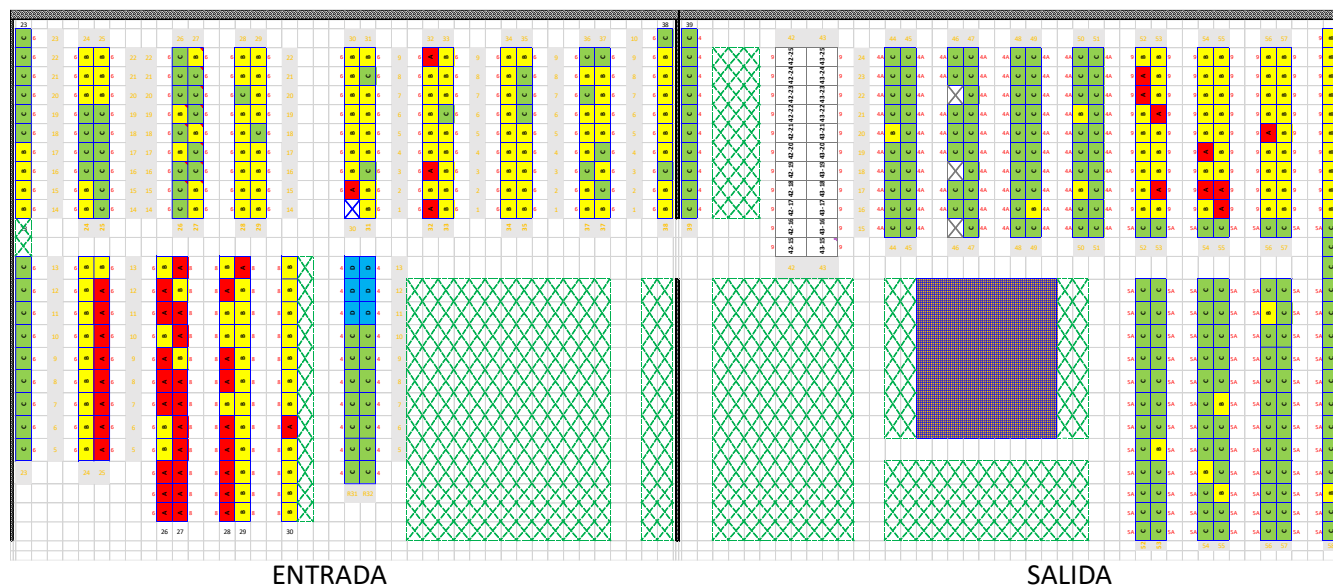


Ilustración 3: “Heat Map CD Enero-Julio 2023”. Fuente Propia.

El “Heat Map”<sup>12</sup> anterior (International, 2023) permite contrastar qué sectores son los que representan el 25% acumulado de picking (“A”, fondo rojo). Luego, el acumulado al 80% de líneas corresponden a “B” (amarillo) y “C” (verde) para el 20% restante. Por otro lado, las columnas “D” (azul), corresponden a ubicaciones sin movimiento hasta hoy. Dicho esto, a través de la regla de Pareto ABC para el inventario (Simpliroute, 2022), permiten visualizar que actualmente, la distribución de los productos por su rotación se encuentra ineficazmente posicionada.<sup>13</sup>

En segundo lugar, el equipo operativo externalizado (Expro, 2023), quienes se encargan de operar este centro, sea realizado un análisis preliminar de las HH<sup>14</sup> por sector. Siendo este un equipo compuesto por 22 trabajadores, distribuidos en operarios (planta y grúa), supervisores y administradores, muestran un acumulado de horas perdidas de producción (Anexo 12.4), además de no poder ser un equipo colaborativo entre las diferentes actividades.<sup>15</sup>

<sup>11</sup> Líneas de Picking: Recogida y combinación de cargas no unitarias para conformar el pedido de un cliente. (Mecalux, 2023)

<sup>12</sup> Heat Map: Recurso Gráfico que permite visualizar las transacciones mediante colores a lo largo del centro de distribución.

<sup>13</sup> En este análisis, fue omitido el análisis del comportamiento dentro de la mezzanina. La distribución de este sector está realizada bajo otro sistema de almacenamiento y por ende no es posible visualizarlo por Heat Map.

<sup>14</sup> HH: Horas Hombre, corresponde al tiempo de producción por operario. Medido en [Horas Mensuales].

<sup>15</sup> Los equipos de trabajo por cada área no pueden emplear trabajo en las áreas que no estén designados con anterioridad.

## 4.2. Impacto de las Causas

La mala distribución del stock dentro del centro ha generado altos tiempos medido en “Lead Time”. Sumado a esto, dado que este orden conlleva tiempos de holgura para picking, donde la media muestra que un operador (grúa) requiere 3 minutos adicionales por línea para las existencias almacenadas en altura superior; tomando en consideración la productividad base (3,97 LPH), tenemos una pérdida aproximada de 11 minutos y 58 segundos, lo cual se traduce en 0,794 LPH perdidas.

Luego, tras haber analizado las horas producidas por cada operario, considerando que cada operario externo cuesta adicionalmente un 13% (utilidad por servicios prestados), desde enero a la fecha se han desperdiciado un total de 3330 horas conllevando a un costo operacional<sup>16</sup> de \$22.311US. Dichas horas no producidas se deben a factores como: licencias, no asistencia, vacaciones o situaciones extraordinarias las cuales, al ser servicios de terceros, debieron ser suplidas. Además, la fiscalización del rendimiento de este equipo es menor y por ende la productividad, así como el estímulo a mejoras se ve afectado. Matemáticamente, para dar sustento a esta hipótesis, si consideramos las horas perdidas por sector solamente en Julio, la diferencia suma un total de 279 horas perdidas (279 Horas x 3,89LPH = 1.085,31 líneas). Dicho esto, en términos productivos, podemos ver que esta brecha ha generado una pérdida de 0,3 LPH. El cálculo realizado corresponde al siguiente:

Situación Actual (cálculo teórico):	
$\frac{4.976 \text{ líneas inbound} + 15.592 \text{ líneas outbound}}{4.554 \text{ Horas}} = 4,5164 \text{ LPH}$	
Situación Actual considerando horas perdidas (cálculo real):	
$\frac{4.976 \text{ líneas inbound} + 15.592 \text{ líneas outbound}}{4.275 \text{ Horas}} = 4,8113 \text{ LPH}$	

*Ecuación 1: “Cálculo LPH horas hombre teóricas vs reales”. Fuente Propia.*

Este análisis permite concluir que el cálculo teórico de LPH en comparativa al real, no resulta cercano a la realidad. Además, las líneas inbound no dependen de la eficacia de logística, sino de importadora. Por lo tanto, la segunda causa de baja productividad radica en no poner atención en cuánto realmente se produce tercerizando la mano de obra.

En conclusión, esta brecha, sumada a la causa relacionada a Lay Out, muestra una pérdida teórica acumulada de 1,0889 LPH. Por otro lado, el CxL se ve afectado por incurrir gastos adicionales más un gasto representativo en arriendo del lugar, el cual representa un 34,84% del gasto total operacional, para el cual hemos visto se ordena de forma errónea.

<sup>16</sup> Se ha concluido que este fenómeno ha ocurrido por una incorrecta administración por parte del proveedor, ya que no se realiza una supervisión periódica sino más bien solamente en casos que se le solicite puntualmente.

## 5. Estado del Arte

### 5.1. Marco Teórico

Considerando las reformas hacia la digitalización y automatización de los procesos (C, 2023), la gestión efectiva de cualquier centro de distribución es un aspecto que dependerá no solo del tipo de repuestos que son almacenados, sino también la importancia de “la aplicación de mejores prácticas en las actividades que son actualmente críticas, y que de conocerse y aplicarse en forma progresiva y efectiva, contribuiría en la generación de valor a la operación logística de la empresa mediante la aplicación de las técnicas, metodologías, herramientas y desarrollos tecnológicos, con el fin de convertir la logística del centro en una ventaja competitiva para la empresa y configurar posteriormente un desempeño eficiente y efectivo para el aumento del nivel de servicio. (Garcia, 2020). Esto es crucial para entender que, dada las pocas barreras de entrada a la industria, la facilidad de poder importar repuestos y los bajos tiempos de despacho que involucra, las empresas hoy no solo deben competir en los productos que ofrecen al mercado, sino también quien tenga sus procesos más ágiles y eficientes, será quien tendrá mejores resultados. Razón de ello, por ejemplo, múltiples empresas se encuentran realizando Crossdocking, en donde “el proveedor solo entrega directamente al centro de distribución en forma consolidada, y éste a su vez utiliza la bodega como puente al legalizar la mercancía e inmediatamente la clasifica por cliente y la coloca en la zona de despacho”. (Garcia, 2020) para su respectivo transporte. Por ejemplo, una empresa de Retail en Lima ha generado una mejora en la productividad aplicando Crossdocking resumida en la siguiente tabla: (Méndez, 2018)

Resumen Propuesta de Mejora- Cross Docking			
Medidas	Promedio (Antes de Propuesta) Ene- Set	Promedio (Después de Propuesta) Oct- Dic	% Mejora
Productividad	3.8 m3/Hh	4.7 m3/Hh	20%
Tiempo Total de Recepción	3:09 hr/189 min	2:22 hr/140 min	15%
Tiempo de Descarga y Distribución	1:04 hr/64 min	0:45 hr/45 min	18%
Tiempo de Inspección	2:04 hr/124 min	1:22 hr/82 min	20%
HHEE Generadas	706 HHEE	595 HHEE	16%

Tabla 2: “Lean para incrementar productividad en el proceso de Cross Docking; Lima Perú”. (Méndez, 2018)

Este Benchmarking da cuenta de que empresas que aplican este concepto, mejoran y agilizan sus procesos utilizando los mismos recursos que poseen sin necesidad de adicionar inversión asociada.

En segundo lugar, en relación con la digitalización, implementar un sistema WMS para el control y gestión del funcionamiento del CD, “al manejar un número importante de productos o variedades de un mismo artículo, por regla general, se requerirá automatizar el control del inventario; buscando conocer de manera veraz y oportuna las cantidades de materias primas, productos en proceso o bienes terminados de las que se puede disponer” (Garcia, 2020). Dicho esto, un ejemplo de WMS (Infor, 2023) corresponde a INFOR<sup>17</sup>, el cual promete innovación continua, integración de automatización perfecta, fácil integración con ERP, un 99,9% de precisión de inventario y un 30% aproximado de aumento de productividad para uno de sus clientes afiliados. De manera simultánea, muchas de las funciones de un WMS pueden emplearse para agilizar los procesos. No obstante, en consonancia con las causas anteriores, tanto la integración de un Heat Map dinámico como la adopción del enfoque de configuración de los SKU mediante la metodología ABC, representan implementaciones específicas en la industria que contribuyen a mejorar la productividad. Dentro del marco teórico, un ejemplo de resolución para aplicar los principios de configuración ABC se pueden distribuir de la siguiente forma:

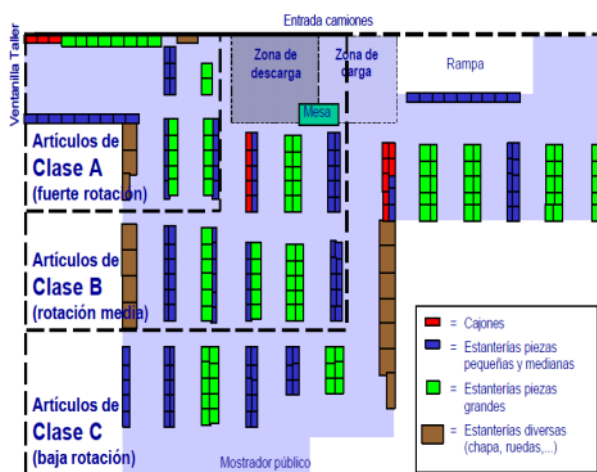


Ilustración 4: “Principios de configuración ABC y distribución física lay Out” (Garcia, 2020)

En este ejemplo, se realizó una implementación de Heat Map para una firma metalmecánica en Guayaquil, el cual generó una reducción del 12,5% en los tiempos de Picking. (Aguayo, 2017)

Finalmente, un ejemplo de las implementaciones que se están llevando a cabo en la industria para la automatización de los procesos corresponde a reemplazar la mezzanina por máquinas VLM<sup>18</sup>, las cuales permiten un ahorro promedio entre 18% y 27% de tiempo (diario), sumada la reducción de espacio utilizado y por ende una disminución en la mano de obra necesaria para su funcionamiento y ejecución. (Lenoble, 2017). Hay que destacar que esta información, fue obtenida gracias a un artículo publicado por “European Journal”.

<sup>17</sup> Este WMS en particular ha sido lanzado por Gildemeister a mediados de agosto de este año.

<sup>18</sup> VLM: “Vertical Lift Machine”, corresponde a un sistema automatizado de almacenamiento y recuperación que permiten ahorro de espacio y mayor productividad.

## 6. Solución

Anteriormente se intuyó que la productividad se ve mayormente afectada por la gestión de los operarios, una distribución de existencias poco organizada y por altos costos operacionales (mayormente en arriendo). Dicho esto, se han formulado tres eventuales soluciones:

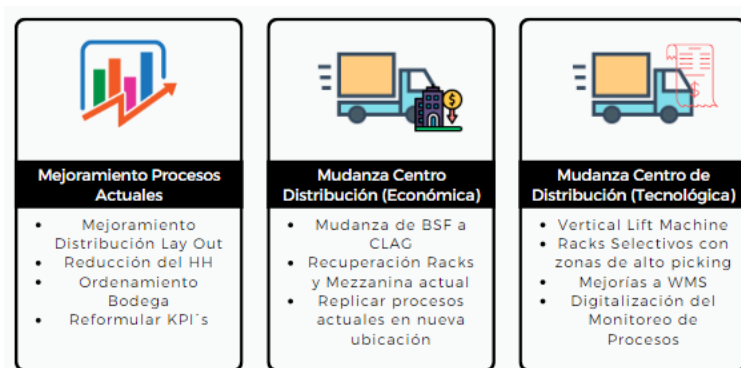


Ilustración 5: "Alternativas Soluciones a Implementar". Fuente Propia.

Vimos que tanto las ventajas competitivas, así como la digitalización deben ser pilares de cualquier mejora a aplicar. Dicho esto, si tomamos en consideración los altos costos operacionales incurridos en arriendo y un bajo retorno económico en la ubicación actual, se ha realizado la siguiente matriz<sup>19</sup> para dar sustento de la pronta elección de las tres soluciones:

Criterio Evaluación	Peso	Mejora Proceso Actual	Mudanza CD (Económica)	Mudanza CD (Tecnológica)
Costo Inicial	20%	5	4	3
Impacto Productividad	20%	1	3	5
Tiempo Implementación	5%	4	3	3
Riesgos Implementación	5%	5	3	3
Sostenibilidad	10%	1	2	5
Complejidad	5%	3	2	2
Satisfacción del Cliente	15%	2	3	5
ROI	20%	1	2	5
Total Ponderado	100%	2,4	2,85	4,25

Matriz 1: "Matriz Selección de Alternativas". Fuente Propia.

Por lo tanto, la solución a desarrollar corresponde a la mudanza del Centro hacia las instalaciones actuales de Preentrega (Anexo 12.5), tomando en consideración la compra de insumos tecnológicos, reconfigurando los procesos, viabilidad de reutilización y certificaciones pertinentes<sup>20</sup>. Por otro lado, se ha descartado la segunda opción ya que esta solamente mejoraría en costos por línea al ahorrar en arriendo, pero como este proyecto busca principalmente mejorar la productividad, la opción 3 involucra ambas mejoras.

<sup>19</sup> La asignación de puntaje es del 1 al 5 (siendo 1: bajo desempeño; 5: alto desempeño) con su respectivo peso por partida analizada.

<sup>20</sup> De igual forma, cabe destacar que si bien esta la alternativa a evaluar, no se descarta incluir en la metodología y resultados, aspectos clave de las alternativas no seleccionadas.

## 7. Metodología

### 7.1. Metodología del Proyecto

En primera instancia, se ha elaborado un diagrama del plan paso a paso “to be” para la mudanza:

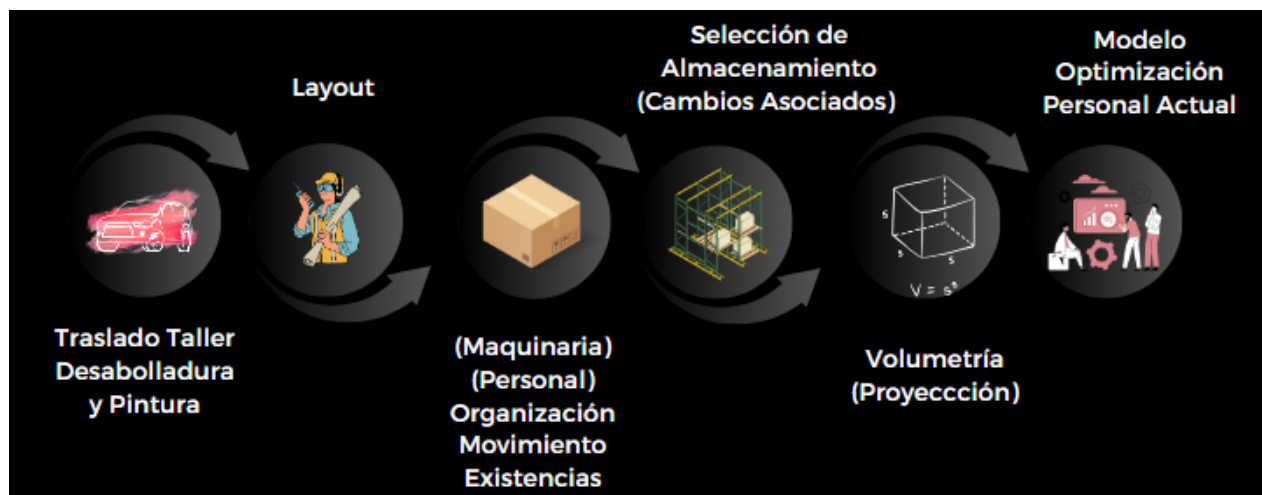


Diagrama 3: “Pasos Metodología Proceso TO BE” Fuente Propia.

En un principio, la mudanza del DyP<sup>21</sup> se da ya que en aquel lugar es donde se instalará el CD. Dicho esto, la siguiente ilustración muestra la actual (2023) distribución interna del galpón del Centro Logístico:

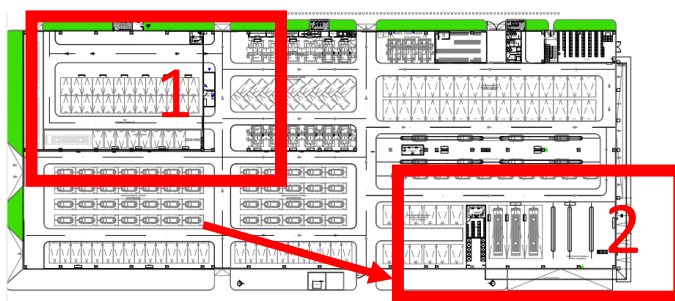


Ilustración 6: “Planos Actuales Centro Logística Gildemeister”. Fuente Propia.

Este movimiento es parte del proyecto (de 1 a 2) ya que se instalará el centro en dicha posición<sup>22</sup>. Dicho cambio tendrá significará la inversión de \$111.807.744.

<sup>21</sup> DyP: Taller de Desabolladura y Pintura.

<sup>22</sup> Notar que este paso no generará un incremento en LPH o reducción de CxL.



## 7.2. Diseño Infraestructura del nuevo Centro de Distribución

El paso 2 corresponde al diseño y construcción de las obras civiles del nuevo centro:



Ilustración 7: "Layout CD, Preentrega y Taller DyP Automotores Gildemeister Lonquén". Fuente Propia.

Este layout (Anexo 12.6), dividirá las operaciones de preentrega (azul), DyP (naranja) y Centro de Distribución (rojo) en su interior, en donde se asignarán para este último  $5600 \text{ m}^2$  para almacenamiento,  $672 \text{ m}^2$  para zona de descarga de la mercancía y  $3.336 \text{ m}^2$  para patio de maniobras. Sumado a esto, se realizará una distribución de las existencias de tal forma que a altura hombre se almacenen los productos de mayor rotación (regla de Pareto), lo cual generará una disminución en el tiempo necesario para consolidar los pedidos buscando agilizar los procesos (el cual se traduce en un incremento de 0,794 LPH). Por otro lado, incluyendo las utilidades de la constructora a licitar, el monto total de inversión asciende a \$402.375.961. Por último, en términos de KPI, una vez ejecutado este cambio, generará una disminución en arriendo para el primer año en US 67.748, lo cual se traduce en disminuir el costo por línea en 0,64 USD/línea.

### 7.3. Equipo e Insumos Mudanza (Provisorio)

#### 7.3.01. Equipo Provisorio para Mudanza

Haciendo frente a la mano de obra necesaria para la mudanza, se conformará un equipo de trabajo que se encargue de la preparación, clasificación y despacho de las existencias desde origen, y otro equipo que esté para el recibimiento, organización y almacenamiento de la mercadería despachada. Dicho esto, la siguiente tabla resume la inversión necesaria:

Cargo	Cantidad	Remuneración	Subtotal
Operario Planta	11	\$ 1.088.950	\$ 11.978.450
Operario Grua	4	\$ 1.169.006	\$ 4.676.024
Supervisor BSF	1	\$ 1.332.967	\$ 1.332.967
Supervisor CLAG	1	\$ 1.332.967	\$ 1.332.967

<b>Total</b>	<b>\$ 19.320.408</b>
--------------	----------------------

Tabla 3: "Remuneración Mensual de Operarios y Supervisores para Mudanza" Fuente Propia.

Debido a que se planea un horizonte de 3 meses para el cambio, el total de mano de obra necesario para la mudanza sumaría un total de \$57.961.224.<sup>23</sup>

#### 7.3.02. Equipos de Movimiento de Existencias para Mudanza

En paralelo, la maquinaria necesaria para realizar la clasificación y despacho de los productos, así también para el recibimiento de la mercadería se resume a continuación:

Arriendo Alquiler OPV JH EKS 312 x 2	\$ 1.668.788	22,53 UF
Arriendo Alquiler OPV JH EKS 210 x 2	\$ 1.259.924	17,01 UF
Transpaleta Eléctrica Picking Piso	\$ 18.752.800	"compra"

Tabla 4: "Resumen Arriendo Mensual y Compra Maquinaria Jungheinrich" Fuente Propia.

Este equipo será arrendado con fin de agilizar el proceso de mudanza, velando constantemente de mantener el nivel de servicio. El total de inversión asciende a \$8.786.136 (3 meses). Por otro lado, se realizará la compra de 2 transpaletas eléctricas con un costo total de \$18.752.800.

#### 7.3.03. Transporte Existencias

Por último, junto a la empresa RockTruck S.a, se ha estimado un total entre 100 y 150 ramplas para mover las existencias, para lo cual se requiere una inversión aproximada de \$16.000.000.

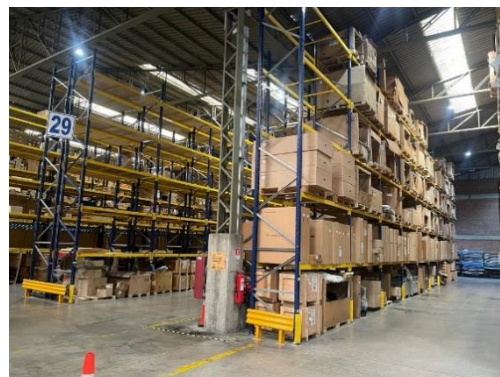
<sup>23</sup> Estos valores fueron aproximados a los gastos que se incurren actualmente por operario. Hay que considerar que este equipo provisorio será contratado con la empresa Expro.



## 7.4. Sistema de Almacenamiento

#### 7.4.01. Peritaje Racks Actuales

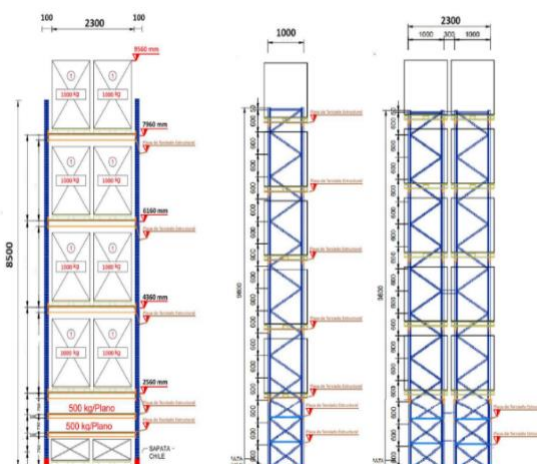
Si bien parte de los racks que actualmente se utiliza son arrendados, los racks propios de la compañía, una vez certificados, <sup>24</sup>podrán ser reutilizados para el nuevo centro. Una vez realizada la memoria de Cálculo<sup>25</sup> (\$2.625.054), se buscará ahorrar en el eventual arriendo de racks nuevos. En la actualidad, de las 5.440 posiciones, 2.714 son propios de la empresa. El desmontaje tiene un costo asociado de \$35.962.740.



*Ilustración 8: "Rack Selectivos Propios". Fuente Propia.*

#### 7.4.02. Rack Selectivo para Existencias de Alta Rotación

Dada la subóptima distribución entregada por el “Heat Map”, se realizó el siguiente levantamiento para almacenar con mayor eficiencia en este nuevo lugar. Para ello, la ilustración 10 muestra el bastidor diseñado, en donde podrán ser almacenados  $1.495 \text{ m}^3$  para Order Picker<sup>26</sup> por posición. Estos bastidores adicionaran 1191 posiciones para almacenar productos de alta rotación categorizados por A y B. Por lo tanto, se tendrán en total 6.631 posiciones con capacidad de almacenar hasta  $12.225 \text{ m}^3$ . Ahora bien, este cambio en la manera de almacenar las existencias genera la disminución del tiempo necesario para realizar el picking, el cual incrementa en 0,4966 LPH y disminuye el costo de arriendo (más económico que arrendar el espacio actual) a causa de menor gasto de arriendo (más económico que arrendar el espacio actual) respecto a la situación sin proyecto debido al teórico de reducción de tiempo de picking. La implementación de estos bastidores requiere una inversión de \$3.165.678 y un costo de mantenimiento de \$1.000 por posición.



*Ilustración 9: "Layout diseñado por Intersystems Chile" Fuente: (Logísticas, 2023)*

<sup>24</sup> Se ha adicionado incurrir un gasto en Memoria de Cálculo de los racks actuales que son propios de la empresa.

<sup>25</sup> Certificación Necesaria para distribución de cargas y resistencia de los bastidores.

<sup>26</sup> Order Picker: Operario que utiliza una grúa Order Picker para la preparación de los pedidos (Mecalux, 2022)

### 7.4.03. Vertical Lift Machine

De la mano a la digitalización, se planteó instalar un VLM<sup>27</sup> (Anexo 12.7) en reemplazo de la Mezzanina.<sup>28</sup>

Esta máquina generará servirá para almacenar existencias de menor volumen<sup>29</sup>, generando así cambios en productividad resumidos en las siguientes tablas:

Tiempo de Acceso	Tiempo (s)
Promedio de Acceso único	20s
Máximo de Acceso único	26s
Promedio Cambio de Bandeja	40s
Máximo Cambio de Bandeja	52s
Cambio de Bandeja Hora	90s

Actividad para Completar 1 Línea	Tiempo(s)
Verifique la Cantidad en la Pantalla	2s
Bajar Bandeja	8s
Buscar SKU en la Bandeja	4s
Picking	5s
Colocar Unidades en la Mesa	3s
<b>Total</b>	<b>22s</b>

3.600 segundos/hora / 22 segundos/línea = 163 líneas/Hora

Operación (líneas/hora)	
<b>Rendimiento por LOGIMAT</b>	163/hora
<b>Líneas Promedio Actual SSP</b>	48

Tabla 5: "Tiempo de Procesamiento VLM para líneas outbound mensuales de Gildemeister" Fuente: (SHAFFER, 2023)

Tras haber calculado que en promedio un equipo de operarios en Mezzanina puede generar hasta 48 LPH (siendo 3 operarios utilizados actualmente) según las transacciones históricas, esta inversión conllevaría a aumentar al máximo aproximadamente 339,59% la realización de picking, pudiendo alcanzar en el mejor de los casos hasta 163 LPH requiriendo el trabajo de un solo operador. Si bien este es un número de magnitud superior al declarado en el objetivo general del proyecto, resulta ser un valor en condiciones ideales, difícilmente aplicable a la realidad. Dicho esto, dado que este proyecto es especulativo, se tomará en referencia un incremento en 1,0915 LPH y disminuyendo así en 0,2110 USD/Línea por la reducción de 720 horas hombre (reduciendo operarios). El costo total de esta máquina asciende a \$123.164.635.

<sup>27</sup> VLM: Vertical Lift Machine, módulo de elevación vertical automatizado con WMS que maximiza la capacidad de almacenamiento y reduce la utilización del piso (SHAFFER, 2023)

<sup>28</sup> Sistema de almacenamiento de gran versatilidad y adaptabilidad, que permite aprovechar la altura de la bodega, adicionando entresijos para existencias de pequeño tamaño (Ejemplo: Golillas, bujías, bujes, pistones, tornillos, etc.) (VERTICE, 2023)

<sup>29</sup> Desde enero a julio de 2023, el 40% de las líneas de picking corresponden a existencias almacenadas en mezzanina

## 7.5. Análisis volumetría Proyectada

Considerando la reducción del 37,8% de superficie interior y que las ventas se estiman crezcan entre un 10% y 15% en los próximos años<sup>30</sup>, la siguiente tabla muestra un estudio realizado de la volumetría actual, en donde se analiza anualmente el crecimiento volumétrico<sup>31</sup> considerando 15%:

Categoría	Suma de M3 Total	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	%
A	2.157	48,6%	2.480	2.852	3.280	3.772	4.338	4.989	5.737	6.598	7.588	8.726	56,2%
B	912	20,5%	1.048	1.206	1.386	1.594	1.833	2.108	2.425	2.788	3.207	3.688	23,8%
C	437	9,8%	441	507	583	671	771	887	1.020	1.173	1.349	1.552	10,0%
D	494	11,1%	176	203	233	268	309	355	408	469	540	621	4,0%
N	31	0,7%	88	101	117	134	154	177	204	235	270	310	2,0%
Z	410	9,2%	176	203	233	268	309	355	408	469	540	621	4,0%
<b>Total general</b>	<b>4.440</b>	<b>100,0%</b>	<b>4.411</b>	<b>5.072</b>	<b>5.833</b>	<b>6.708</b>	<b>7.715</b>	<b>8.872</b>	<b>10.203</b>	<b>11.733</b>	<b>13.493</b>	<b>15.517</b>	<b>100,0%</b>
Tasa crecimiento (%)			15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
Capacidad instalada requerida (m3)			5.189	5.968	6.863	7.892	9.076	10.437	12.003	13.803	15.874	18.255	

Tabla 6: “Volumetría Proyectada y Capacidad necesaria de almacenamiento para 10 años” Fuente Propia.

### 7.5.01. Resultados Volumetría “Vertical Lift” y “Rack Selectivos”

En detalle, el análisis de viabilidad de espacio para almacenar en VLM se muestra a continuación:

Categoría	Suma de M3 Total	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	%
A	98	69,6%	113	130	149	171	197	227	261	300	345	396	55,7%
B	43	30,4%	49	57	65	75	86	99	114	131	151	173	24,3%
<b>Total general</b>	<b>141</b>		<b>20</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>62</b>	<b>71</b>	<b>10,0%</b>
			8	9	11	12	14	16	19	22	25	28	4,0%
			4	5	5	6	7	8	9	11	12	14	2,0%
			8	9	11	12	14	16	19	22	25	28	4,0%
		<b>100,0%</b>	<b>202</b>	<b>233</b>	<b>268</b>	<b>308</b>	<b>354</b>	<b>407</b>	<b>468</b>	<b>538</b>	<b>619</b>	<b>712</b>	<b>100,0%</b>
Tasa crecimiento (%)			15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
Capacidad instalada requerida (m3)			238	274	315	362	416	479	551	633	728	837	
Fase 1			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla 7: “Viabilidad volumétrica en VLM”. Fuente Propia.

En paralelo, para el crecimiento anual de los “Rack Selectivo”, se ha reducido el crecimiento anual al 11%, debido a que los productos de gran volumen son de menor rotación. Dicho cálculo se visualiza en la tabla siguiente:

Categoría	Suma de M3 Total	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	%
A	2.059	47,9%	2.285	2.537	2.816	3.126	3.469	3.851	4.275	4.745	5.267	5.846	56,3%
B	869	20,2%	964	1.070	1.188	1.319	1.464	1.625	1.804	2.002	2.222	2.467	23,7%
C	437	10,2%	406	451	500	556	617	684	760	843	936	1.039	10,0%
D	494	11,5%	162	180	200	222	247	274	304	337	374	416	4,0%
N	31	0,7%	81	90	100	111	123	137	152	169	187	208	2,0%
Z	410	9,5%	162	180	200	222	247	274	304	337	374	416	4,0%
<b>Total general</b>	<b>4.299</b>	<b>100,0%</b>	<b>4.062</b>	<b>4.509</b>	<b>5.005</b>	<b>5.556</b>	<b>6.167</b>	<b>6.845</b>	<b>7.598</b>	<b>8.434</b>	<b>9.361</b>	<b>10.391</b>	<b>100,0%</b>
Tasa crecimiento (%)			11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	
Capacidad instalada requerida (m3)			4.779	5.305	5.888	6.536	7.255	8.053	8.939	9.922	11.013	12.225	
Fase 1			OK	OK	OK	OK	OK	OK	KO	KO	KO	KO	
Fase 2			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Tabla 8: “Viabilidad Volumétrica en Rack Selectivo”. Fuente Propia.

Por lo tanto, la viabilidad se dará siempre y cuando se designen  $12.225 \text{ m}^3$  y  $837 \text{ m}^3$  respectivamente, los cuales se cumplen en esta formulación de proyecto.

<sup>30</sup> Este porcentaje es declarado por la empresa.

<sup>31</sup> Notar que se consideró un crecimiento óptimo del 15% solamente para los productos AB, ya que son los que mayor stock requerirán poseer dentro de la bodega. También, se ha considerado todos los tipos de almacenamiento anteriores.

## 7.6. Líneas Proyectadas para 2024

La empresa ha declarado la siguiente proyección de líneas para 2024:

2023	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	Líneas Inbound	6.351	6.100	6.644	5.413	7.065	4.665	4.976	6.864	9.198	6.792	9.305	6.385
	Líneas Outbound	16.853	15.106	17.666	15.264	16.837	16.346	15.592	16.007	17.603	17.882	19.942	17.970
	Líneas Totales	23.204	21.206	24.310	20.677	23.902	21.011	20.568	22.871	26.801	24.674	29.247	24.355

2024	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	Líneas Inbound	6.470	6.214	6.768	5.514	7.197	4.752	5.069	6.992	6.122	6.122	6.122	6.122
	Líneas Outbound	17.168	15.388	17.996	15.549	17.152	16.652	15.884	16.306	16.512	16.512	16.512	16.512
	Líneas Totales	23.638	21.603	24.765	21.064	24.349	21.404	20.953	23.299	22.634	22.634	22.634	22.634

Tabla 9: "Líneas Mensuales 2022-2024". Fuente: Automotores Gildemeister.

Esta tabla permite dar cuenta del comportamiento mensual de las líneas de este centro<sup>32</sup>, en donde desde septiembre de 2023 en adelante, se ha realizado una proyección con respecto al mismo mes del año anterior con un porcentaje de crecimiento de 1,87%.

## 7.7. Recursos Humanos: "Planeación Agregada Mano de Obra Operaria"

Referente a la planeación agregada, aplicando una planilla de tasa constante sin roturas (Nahmias, 2014), una demanda conocida y determinista, considerando como horizonte de planificación 2024, podemos ver que:

Año	Mes	Días Laborales	Dda Inbound [líneas]	Dda Outbound [líneas]	Dda total [líneas]	Días Acum	Dda Inb Ac [líneas]	Dda Out Ac [líneas]	Dda Tot Ac [líneas]	Rt inb [LPH]	Rt out [LPH]	Rt tot [LPH]	#MP inb [operarios]	#MP out [operarios]	#MP tot [operarios]	HH [horas]
2023	ENE	22	6351	16853	23204	22	6351	16853	23204	32,08	85,12	117,19	5,87	15,59	21,46	4554
	FEB	20	6100	15106	21206	42	12451	31959	44410	32,94	84,55	117,49	6,03	15,48	21,52	4140
	MAR	23	6644	17666	24310	65	19095	49625	68720	32,64	84,83	117,47	5,98	15,54	21,51	4761
	ABR	19	5413	15264	20677	84	24508	64889	89397	32,42	85,83	118,25	5,94	15,72	21,66	3933
	MAY	22	7065	16837	23902	106	31573	81726	113299	33,10	85,67	118,76	6,06	15,69	21,75	4554
	JUN	20	4665	16346	21011	126	36238	98072	134310	31,96	86,48	118,44	5,85	15,84	21,69	4140
	JUL	21	4976	15592	20568	147	41214	113664	154878	31,15	85,91	117,07	5,71	15,74	21,44	4347
	AGO	22	6864	16007	22871	169	48078	129671	177749	31,61	85,25	116,86	5,79	15,61	21,40	4554
	SEP	19	9198	17603	26801	188	57276	147274	204550	33,85	87,04	120,89	6,20	15,94	22,14	3933
	OCT	20	6792	17882	24674	208	64068	165156	229224	34,22	88,22	122,45	6,27	16,16	22,43	4140
	NOV	21	9305	19942	29247	229	73372	185098	258471	35,60	89,81	125,41	6,52	16,45	22,97	4347
	DIC	19	6385	17970	24355	248	79758	203068	282826	35,73	90,98	126,71	6,54	16,66	23,21	3933
2024	ENE	22	6470	17168	23638	270	86227	220236	306464	35,48	90,63	126,12	6,50	16,60	23,10	4554
	FEB	19	6214	15388	21603	289	92441	235625	328066	35,54	90,59	126,13	6,51	16,59	23,10	3933
	MAR	22	6768	17996	24765	311	99210	253621	352831	35,44	90,61	126,06	6,49	16,60	23,09	4554
	ABR	21	5514	15549	21064	332	104724	269171	373895	35,05	90,08	125,13	6,42	16,50	22,92	4347
	MAY	22	7197	17152	24349	354	111921	286323	398244	35,13	89,87	125,00	6,43	16,46	22,89	4554
	JUN	20	4752	16652	21404	374	116673	302974	419647	34,66	90,01	124,67	6,35	16,49	22,83	4140
	JUL	23	5069	15884	20953	397	121742	318858	440600	34,07	89,24	123,31	6,24	16,34	22,58	4761
	AGO	22	6992	16306	23299	419	128735	335164	463899	34,14	88,88	123,02	6,25	16,28	22,53	4554
	SEP	20	6122	16512	22634	439	134857	351676	486533	34,13	89,01	123,14	6,25	16,30	22,55	4140
	OCT	22	6122	16512	22634	461	140979	368188	509167	33,98	88,74	122,72	6,22	16,25	22,48	4554
	NOV	21	6122	16512	22634	482	147101	384700	531801	33,91	88,68	122,59	6,21	16,24	22,45	4347
	DIC	20	6122	16512	22634	502	153223	401212	554435	33,91	88,80	122,72	6,21	16,26	22,48	4140

Tabla 10: "Planeación Agregada 2023-2024 tasa constante sin roturas". Fuente Propia.

Ejecutado este cálculo, la recomendación de personal para estas áreas específicas corresponde a 7 trabajadores para desconsolidación/almacenamiento y 17 para picking/despacho. Sin embargo, dadas las implementaciones vistas anteriormente, reducen la necesidad de operarios, asignando así a 18 operarios el total, dividido en 12 para picking/despacho, 4 para recepción/almacenamiento y 2 para inventario y reubicaciones. Por tanto, este cálculo permite fundamentar el equipo operativo requerido para funcionar eficazmente.

<sup>32</sup>. Esta información será punto importante en el cálculo final de la proyección del costo por línea y LPH.

## 7.8. Riesgos de la Metodología e Implementación

Siendo que toda implementación conlleva a riesgos de por medio, se ha realizado un estudio cuantitativo de posibles efectos que estos cambios pudiesen ocurrir. Es por esto que, se ha realizado la siguiente “Matriz de Riesgos”:

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Nivel de Riesgo	Mitigación
Permisos para el Proyecto	Posible	Mayores	Medio	Realizar sistemáticamente la solicitud y cumplimiento de los permisos pertinentes
Retrasos en la Construcción	Posible	Catastróficas	Alto	Ser constantes con la constructora que realizará el proyecto
Cambios en los Costos Presupuestados	Posible	Menores	Medio	Aproximar hacia arriba el ppto, es decir asumiendo el peor caso de gasto por partida
Retraso en la Entrega de Racks	Poco Probable	Moderadas	Medio	seguimiento periódico de los tiempos de entrega de los proveedores
Retraso en la Entrega de VLM	Poco Probable	Menores	Bajo	utilizar la mezzanina actual en caso de. Hacer seguimiento continuo de despacho
Interrupciones en la Cadena de Suministro	Muy Probable	Muy Alto	Muy Alto	Preocuparse constantemente del nivel de servicio OTIF
Pérdida o Daño de Mercancía en Mudanza	Posible	Menores	Medio	Agregar condiciones a empresa de mudanza para que sean cuidadosos al cambio
Problemas con la Gente Contratada	Poco Probable	Mayores	Medio	Escuchar sus inquietudes, hacer seguimiento continuo y resolver los problemas
Resistencia al Cambio por parte del Personal	Poco Probable	Menores	Bajo	Al ser subcontratados, en caso de resistencia se pide cambio en la dotación
Fallos en el sistema Infor WMS	Muy Probable	Mayores	Alto	Idear un plan de auxilio en caso de caída de WMS
No Cumplimiento de las Normativas Sísmicas	Posible	Moderadas	Medio	Periodicamente dar seguimiento del cumplimiento de las normas
Caidas de Sistema por Red	Casi Seguro	Catastróficas	Muy Alto	Tener a mano una conexión alternativa en caso de caída de internet
Cumplimiento de Regulaciones de Seguridad	Poco Probable	Menores	Bajo	Contratar un prevencionista de tiempo completo que esté durante la mudanza
Disponibilidad de Financiamiento	Poco Probable	Moderadas	Medio	Hacer seguimiento continuo del gasto realizado, teniendo foco en reducirlo
Comunicación ineficiente en la Comunicación del Proyecto	Raro	Mayores	Medio	Realizar Dashboard con avances e información relevante semana a semana

Matriz 2: “Matriz de Riesgo para el Proyecto” Fuente Propia.

Los riesgos asociados se hacen referentes a los tiempos de construcción, despachos de compras de insumo, y en el bienestar del personal. Por tanto, es importante realizar un seguimiento continuo que esté presente en todo momento durante la implementación, analizando y buscando resolver los problemas a surgir de la manera más ágil posible mediante las mitigaciones establecidas en la tabla.

## 7.1. Análisis Financiero (Evaluación Económica)

### 7.1.01. Ganancias Operacionales por Proyecto

En términos económicos, se ha realizado el cálculo de la variación del estado de resultados (Delta<sup>33</sup>) de los cambios vistos anteriormente. Dicho esto, el diferencial implementando el proyecto se resume a continuación:

Partidas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
Costo de Ventas	\$13.094.875	\$13.131.541	\$13.168.309	\$13.205.180	\$13.242.155	\$13.279.233	\$13.316.415	\$13.353.701	\$13.391.091	\$13.428.586	\$13.466.186	\$13.503.891	\$159.581.162
Costo Logístico	\$8.719.560	\$8.743.975	\$8.768.458	\$8.793.010	\$8.817.630	\$8.842.319	\$8.867.078	\$8.891.906	\$8.916.803	\$8.941.770	\$8.966.807	\$8.991.914	\$106.261.229
Otros Costos	\$4.375.315	\$4.387.566	\$4.399.851	\$4.412.171	\$4.424.525	\$4.436.913	\$4.449.337	\$4.461.795	\$4.474.288	\$4.486.816	\$4.499.379	\$4.511.977	\$53.319.932
GAV	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$15.185.129	\$15.286.058	\$14.709.667	\$14.843.791	\$60.024.646
Otros	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recursos Humanos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Arriendos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$15.185.129	\$15.286.058	\$14.709.667	\$14.843.791	\$60.024.646
Servicios Profesionales	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Servicios de Terceros	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Materiales y Suministros	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Mantencción y Reparación	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Gastos de Viaje	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Sistemas	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total general	\$13.094.875	\$13.131.541	\$13.168.309	\$13.205.180	\$13.242.155	\$13.279.233	\$13.316.415	\$13.353.701	\$28.576.220	\$28.714.644	\$28.175.853	\$28.347.682	\$219.605.807

Tabla 11: “Estado de Resultados Delta Proyecto 2024” Fuente Propia.

Podemos concluir que el ahorro para la empresa suma un total para 2024 de \$219.605.807, distribuido en los gastos operacionales, relacionados en al arriendo (más gastos comunes), reducción de mano de obra y cambios en arriendo de racks. Respecto a los plazos de implementación, podemos notar que el arriendo generará ahorros desde septiembre en adelante, dado que, durante el cambio, deberán continuar arrendando el centro actual. En

<sup>33</sup> Delta = Situación con Proyecto – Situación Sin Proyecto

contraste, gracias a la disminución de racks selectivos (Otros Costos), se logrará un ahorro anual de \$53.319.932, y la reformulación de la cantidad de mano de obra (Costo Logístico) generaría un ahorro acumulado de \$106.261.229. Por último, gran parte de las partidas de los estados de resultados no fueron estimadas ya que diversas áreas de la empresa son quienes son dependientes de dichos gastos (por ejemplo: Servicios Profesionales, Recursos Humanos, etc.).

## 7.1.02. Análisis Flujo de Caja

Ahora bien, para el cálculo del flujo de caja, se ha resumido en la siguiente tabla:

Inversión	CD	DyP	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Obras civiles	\$ 402.375.961	\$ -	\$ -									
DyP	\$ -	\$ 111.807.744										
Vertical lift	\$ 123.164.635	\$ -	\$ 7.088.000	\$ 7.328.992	\$ 7.578.178	\$ 7.835.836	\$ 8.102.254	\$ 8.377.731	\$ 8.662.574	\$ 8.957.101	\$ 9.261.643	\$ 9.576.538
Equipamiento Provisorio	\$ 66.717.360	\$ -										
Mudanza de inventario	\$ 16.000.000	\$ -										
Transpaleta OPV	\$ 18.752.800	\$ -	\$ 886.000	\$ 916.124	\$ 947.272	\$ 979.479	\$ 1.012.782	\$ 1.064.766	\$ 1.082.822	\$ 1.119.638	\$ 1.157.705	\$ 1.197.067
Rack Selectivos Propios	\$ 38.587.794	\$ -										
Instalación Rack Selectivos Nuevos	\$ 3.165.678											
Infraestructura TI	\$ 51.388.000	\$ -										
Equipos Varios (Seg. rampas, etc.)	\$ 65.106.758	\$ -										
Imprevistos 10%	\$ 78.525.899	\$ 11.180.774										
<b>Inversión total</b>	<b>\$ 863.784.885</b>	<b>\$ 122.988.518</b>	<b>\$ 7.974.000</b>	<b>\$ 8.245.116</b>	<b>\$ 8.525.450</b>	<b>\$ 8.815.315</b>	<b>\$ 9.115.036</b>	<b>\$ 9.442.497</b>	<b>\$ 9.745.395</b>	<b>\$ 10.076.739</b>	<b>\$ 10.419.348</b>	<b>\$ 10.773.606</b>
Inversión	CD	DyP	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Devolución bodegas A-12 y A-14 (9,000 m2)	\$ -	\$ -	\$ 120.109.412	\$ 586.955.443	\$ 606.911.928	\$ 627.546.933	\$ 648.883.529	\$ 670.945.569	\$ 693.757.718	\$ 717.345.481	\$ 741.735.227	\$ 766.954.225
Captura Disminución Mano de Obra			\$ 106.261.229	\$ 109.874.111	\$ 113.609.831	\$ 117.472.565	\$ 121.466.632	\$ 125.596.498	\$ 129.866.779	\$ 134.282.249	\$ 138.847.846	\$ 143.568.673
Captura Disminución Arriendo Racks			\$ 53.319.932	\$ 55.132.810	\$ 57.007.326	\$ 58.945.575	\$ 60.949.724	\$ 63.022.015	\$ 65.164.763	\$ 67.380.365	\$ 69.671.298	\$ 72.040.122
<b>Beneficio Total</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 279.690.574</b>	<b>\$ 751.962.364</b>	<b>\$ 777.529.084</b>	<b>\$ 803.965.073</b>	<b>\$ 831.299.886</b>	<b>\$ 859.564.082</b>	<b>\$ 888.789.260</b>	<b>\$ 919.008.095</b>	<b>\$ 950.254.370</b>	<b>\$ 982.563.019</b>
<b>Flujo de caja</b>	<b>\$ -863.784.885</b>	<b>\$ -122.988.518</b>	<b>\$ 271.716.574</b>	<b>\$ 743.717.248</b>	<b>\$ 769.003.634</b>	<b>\$ 795.149.758</b>	<b>\$ 822.184.850</b>	<b>\$ 850.121.584</b>	<b>\$ 879.043.865</b>	<b>\$ 908.931.356</b>	<b>\$ 939.835.023</b>	<b>\$ 971.789.413</b>

Tabla 6: "Flujo de Caja del Proyecto". Fuente Propia.

Respecto al análisis de inversiones, se ha estructurado una división de partidas para facilitar la comprensión, la cuales corresponden a inversiones para el nuevo CD e Inversiones para el Taller de Pintura<sup>34</sup>, sumando un total de \$986.773.403. Por otro lado, los beneficios se clasifican en ahorro de arriendo anual por mudanza, reducción de mano de obra y ganancias por la disminución monetaria de los racks arrendados. Por último, la evaluación de la viabilidad económica se respalda con cálculos detallados de indicadores económicos de rentabilidad, presentados a continuación:

<b>VAN</b>	<b>\$ 3.762.729K</b>	<b>ROI</b>	<b>472%</b>
<b>TIR</b>	<b>59%</b>	<b>Payback</b>	<b>1 año, 11 meses y 16 días</b>

Tabla 73: "Indicadores Económicos de Rentabilidad y Viabilidad del Proyecto" Fuente Propia.

Por lo tanto, podemos notar que un VAN positivo, una TIR atractiva, un alto porcentaje de ROI y una tasa de retorno inferior a 2 años, dan sustento a la solidez y buenas perspectivas económicas de este proyecto. Sin embargo, para que esto se cumpla, se debe tener foco en los factores externos que pudiesen perjudicar al proyecto, vistos en la matriz de riesgo y, en consecuencia, la preparación y eventual ejecución de las mitigaciones establecidas.

<sup>34</sup> Anteriormente se ha mencionado que la empresa ha solicitado la mudanza del taller de pintura, involucrando de igual forma cambios y mejoras en sus implementos y distribución de ellos.

## 8. Desarrollo e Implementación

### 8.1. Puesta en Marcha del Proyecto (Carta Gantt)

Una vez aprobado el proyecto, el plan de implementación fue organizado utilizando una carta Gantt que incluya los pasos a seguir desde octubre 2023 en adelante:

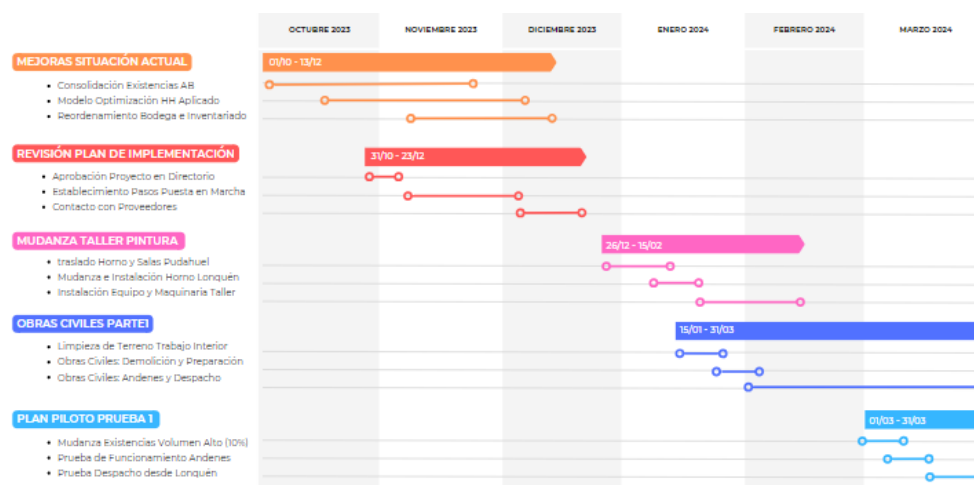


Diagrama 4: "Primeros pasos carta Gantt" Fuente Propia.

El primer paso del proyecto se inicia con implementar mejoras de la situación actual, para así simplificar y agilizar los procesos durante el cambio. La consolidación, ordenamiento y reducción de existencias se realizará buscando mejorar indicadores de volumetría y mantener así la satisfacción del cliente. En paralelo, se planificará la puesta en marcha, siguiendo la metodología previamente establecida y aplicando durante la ejecución planes piloto de funcionamiento en la nueva ubicación. La segunda parte del proyecto se detalla a continuación:

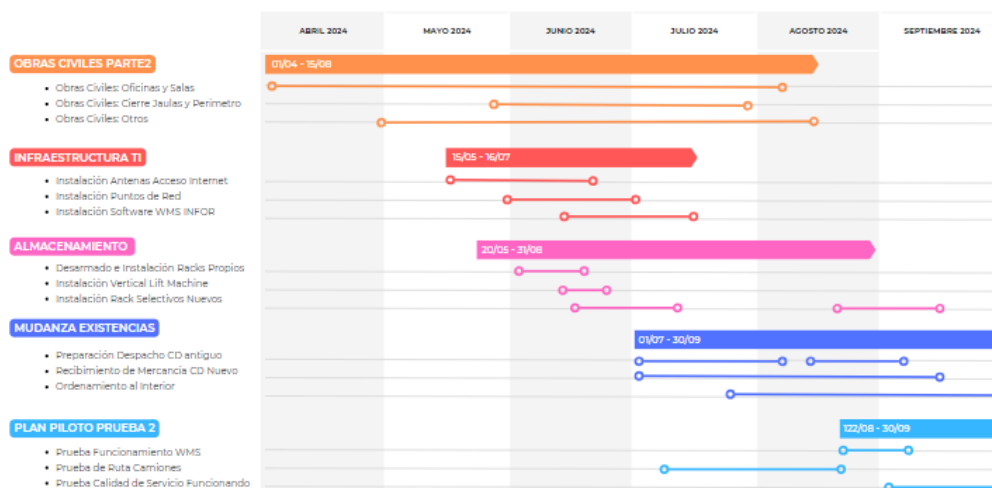


Diagrama 5: "Segunda Parte Proyecto Carta Gantt" Fuente Propia.



Complementario a las obras civiles, se destaca la iluminación y conexión por parte de infraestructura TI, aspecto de alta consecuencias negativas respecto a la eventual caída de la red, debido a que la instalación requiere conexión constante. En paralelo, corresponderá la instalación del Vertical Lift, así como también la instalación de los Racks selectivos. Luego, se iniciará la mudanza de las existencias bajo un periodo estimado de 3 meses. Por último, se realizará diversas pruebas piloto con tal de asegurar el funcionamiento del WMS, así como los cortes de despacho y pruebas de ruta, con fin de perdurar el nivel de servicio deseado.

## 8.2. Plan de Mudanza

Respecto a la mudanza, se ha diagramado el flujo de recepción de las importaciones, el cual es:



Diagrama 6: "Recepción de Importaciones". Fuente Propia.

Para este caso, el único cambio respecto a la situación actual será que las importaciones serán recibidas solamente en el nuevo Centro. Por otro lado, los despachos dependerán del lugar de destino. Para el caso de región Metropolitana, se ejecutará así:

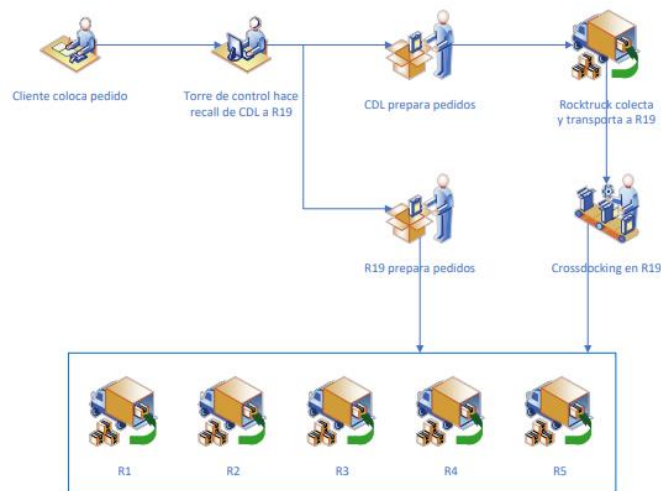


Diagrama 7: "Despacho RM". Fuente Propia.

A modo de simplificación, los productos que estén almacenados en el nuevo CD (nomenclatura CDL), serán devueltos al centro anterior mediante Cross-Docking. Cabe destacar que durante el proceso puede ocurrir que, una vez avanzada la mudanza, este proceso se invierta (es decir que los despachos sean en CDL y no en R19).



Por otro lado, el despacho de regiones de dará así:

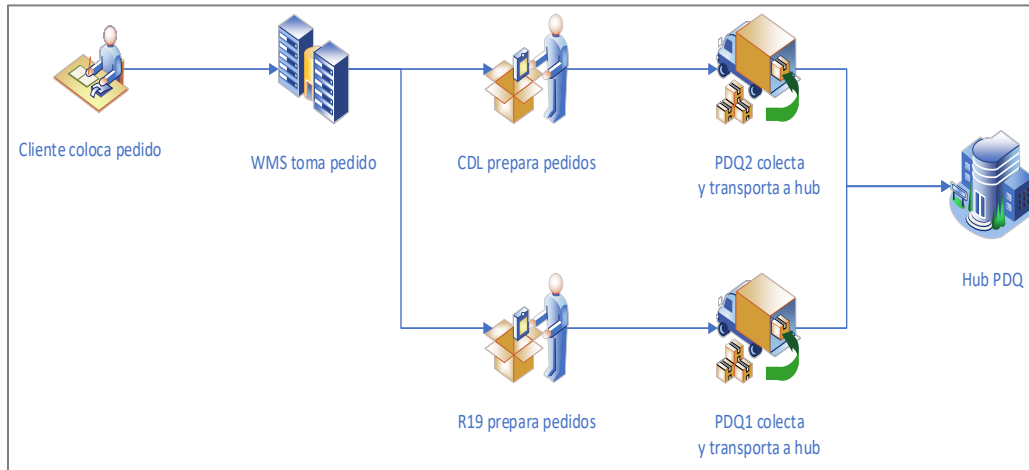


Diagrama 8: "Despacho Regiones". Fuente Propia

Este no tendrá cambios respecto a la situación actual. Solamente se despacharán hacia el Hub de la empresa PDQ desde ambas ubicaciones.

Por último, la mudanza de las existencias se realizará de la siguiente manera:



Diagrama 9: "Mudanza Existencias desde Pudahuel a Lonquén". Fuente Propia.

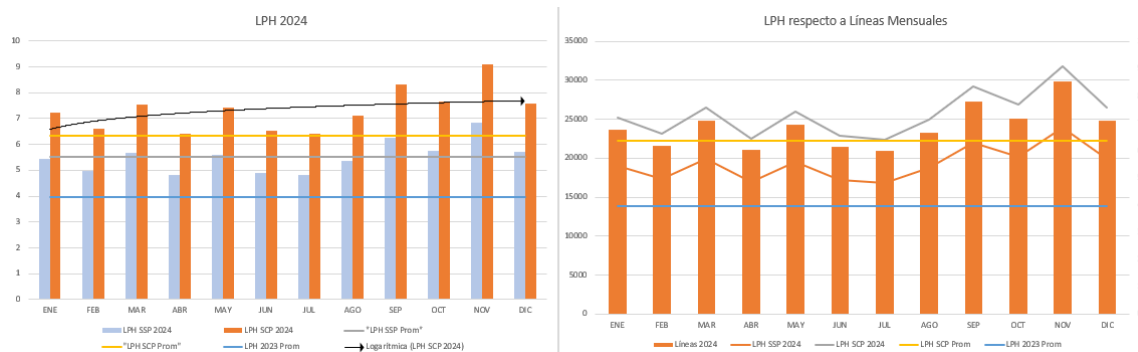
La razón de mudar los productos mediante familia y localidad se debe a dos aspectos:

- i. Evitar la Pérdida de Existencias durante el cambio.
- ii. Mantener las ubicaciones establecidas en WMS Infor anteriormente.

## 9. Resultados

### 9.1. Resultados “Líneas por Hora”

Respecto a los cambios en LPH, los siguientes gráficos muestran el incremento simulando 2024<sup>35</sup>:

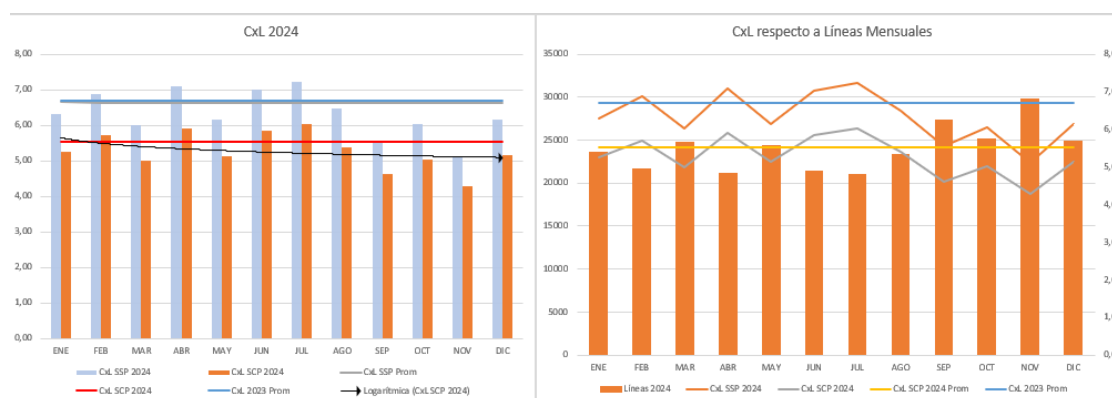


Gráficos 8 y 9: “Proyección LPH 2024 con Proyecto” Fuente Propia.

Tomando en referencia al promedio anual establecido en el objetivo (3,97 LPH), obtendríamos un incremento (6,35 LPH) del 59,95% en el promedio anual. Además, si comparamos esta media a simular el comportamiento mensual del CD en 2024 sin aplicar el proyecto (5,51 LPH), la productividad sería un 15,21% menor.

### 9.2. Resultados “Costos por Línea”

En segundo lugar, los costos por líneas conllevarían a los siguientes cambios:



Gráficos 10 y 11: “Proyección CxL 2024 con Proyecto” Fuente Propia.

La simulación del funcionamiento operativo de este centro, una vez implementado el proyecto, generaría una disminución del 17,46% en el costo por línea (5,51 USD/línea), y que si lo comparamos al objetivo establecido de partida (6,70 USD/línea), la proyección a 2024 sin aplicar estos cambios, sería un 17,09% mayor.

<sup>35</sup> SSP: Situación sin Proyecto. SCP: Situación con Proyecto

## 10. Conclusión

La mudanza en sí no solo involucra la reubicación de las existencias, sino más bien conlleva una reestructuración de los procesos y en la forma en que se almacena, procurando la mejoría en cuanto a productividad y en consecuencia disminuir los gastos operacionales. Para este caso, los cambios fueron pensados de manera estratégica, realizando un análisis exhaustivo de la red logística procurando la continuidad operacional. Sumado a esto, dado que la industria es cada vez más competitiva, como compañía deberán buscar constantemente ser pioneros en innovación. Ahora bien, una vez que este proyecto se esté ejecutando, contemplará un cambio en la forma que almacenan hoy. La utilización de un Vertical Lift, generará impacto no solo en los tiempos de preparación de los pedidos (picking), sino también involucrará un cambio en el personal requerido para la utilización de este sistema. Este tipo de solución tecnológica se enfoca en mejorar la operación de la bodega, brindando una aceleración en la velocidad de procesamiento, evitando el eventual error humano. En contraste, la generación de un nuevo equipo de trabajo que este conformado de tal forma de evitar quiebres de stock, generar una continuidad operacional y que pueda hacer frente a los picos de demanda, es pilar dentro de la evaluación de este proyecto.

Por lo tanto, el valor que genera este proyecto hacia la empresa además de mejorar sus KPI's, tendrá de foco principal el cuidado de sus clientes. Esto se traduce en aplicar el concepto de triple valor, en donde se cuidará del medio ambiente mediante la reutilización de insumos y tendrá un mayor foco hacia el valor de sus clientes.

### 10.1. Recomendaciones

Todo cambio involucra dificultades en el camino. Dicho esto, se recomienda a la empresa que, durante la ejecución del proyecto, se ponga foco en escuchar a sus clientes, mostrarse abierto a sus inquietudes por eventuales demoras en los despachos, y mostrarse en una posición sólida para afrontar los desafíos y en poder ejecutar mitigaciones preestablecidas evitando que los clientes se fugen hacia la competencia.

### 10.2. Lecciones Aprendidas

La lección de este proyecto se puede resumir principalmente en la importancia de levantar los procesos previos a cualquier cambio que se quiera hacer. Dicho de otro modo, este primer paso genera que al momento de plantear reformas, se tenga en consideración la identificación de ineficiencias actuales (mirando de abajo hacia arriba), la eventual evaluación de los recursos y capacidad de la gente operativa de afrontar estos cambios, escuchar sus dolores e inquietudes, tomar foco en el comportamiento externo de la empresa mediante el estado del arte y finalmente, sentar base hacia una planificación estratégica, que establezca un objetivo que sea específico, medible mediante KPI y que sea previamente identificado el horizonte de ejecución de dicho proyecto.

## 11. Bibliografía

- i. Aguayo, J. E. (2017). *Ubicación Óptima de items en un Centro de Distribución*. Guayaquil: Espol.
- ii. ANAC, M. A. (2023). *Informe Mercado Automotor*. Santiago.
- iii. Aticaingeniería. (2022). *Control de Calidad usando Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de <https://aticaingenieria.cl/que-es-el-diagrama-de-ishikawa/>
- iv. C, C. (5 de Octubre de 2023). La falta de talento, la digitalización y el aumento de costes, entre los principales retos del sector logística. *C Logística*, pág. 1.
- v. Eurofins. (10 de Agosto de 2023). *El Ciclo Deming: en qué consiste y cómo ayuda en la gestión y mejora de procesos*. Obtenido de <https://www.eurofins-environment.es/es/el-ciclo-deming-que-consiste-y-como-ayuda-gestion-procesos/>
- vi. Expro, G. (2023). *GRUPO EXPRO CHILE*. Obtenido de <https://www.grupoexpro.com/>
- vii. Garcia, L. A. (2020). *Gestión Logística en Centros de Distribución y Almacenes y Bodegas*. Valparaíso: Redfuturotécnico.
- viii. Gildemeister, A. (Agosto de 2023). *Automotores Gildemeister*. Obtenido de <https://gildemeister.cl/>
- ix. Infor. (2023). *Infor*. Obtenido de Optimizing warehouse fulfillment operations : <https://www.infor.com/solutions/scm/warehousing/warehouse-management-system>
- x. International, M. (2023). *MWPVL*. Obtenido de [https://www.mwpvl.com/html/warehouse\\_heat\\_map.html#:~:text=It%20is%20essentially%20a%20tool,exist%20within%20a%20warehouse%20operation.](https://www.mwpvl.com/html/warehouse_heat_map.html#:~:text=It%20is%20essentially%20a%20tool,exist%20within%20a%20warehouse%20operation.)
- xi. Journal of Economics, F. a. (21 de Enero de 2011). *SCIELO Perú*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext&tlng=en)
- xii. La Tercera. (3 de Octubre de 2023). *Diario La Tercera*. Obtenido de <https://www.latercera.com/mtonline/noticia/no-hay-repunte-el-mercado-automotor-sigue-a-la-baja/G3DC3O2HOFHCXOJRNWSZ4K436Y/>
- xiii. Lean, G. (2023). *Kanbanize*. Obtenido de <https://kanbanize.com/es/gestion-lean/mejora-continua/caminata-gemba>
- xiv. Lenoble, N. (2017). *Order batching in an automated warehouse with several vertical lift modules: Optimization and experiments with real data*. Rennes, France.
- xv. Logísticas, I. S. (2023). Obtenido de <https://www.intersystems.cl/>
- xvi. Mecalux. (2022). *Mecalux*. Obtenido de <https://www.mecalux.cl/manual-bodegaje/gruas-horquilla/orderpickers-gruas-horquilla>

- xvii. Mecalux. (2023). *Mecalux*. Obtenido de <https://www.mecalux.cl/manual-bodegaje/picking-ques#:~:text=El%20picking%20o%20la%20actividad,el%20pedido%20de%20un%20cliente>.
- xviii. Méndez, M. I. (2018). *Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de Cross Docking de un Cliente de Retail*. Lima.
- xix. Nahmias, S. (2014). *Análisis de la Producción y las Operaciones*. Mc Graw Hill.
- xx. SHAFER, S. (2023). *SSI SCHAFFER* . Obtenido de [https://www.solucionesalmacenaje.com/t-warehouse\\_small\\_parts\\_logimat.aspx](https://www.solucionesalmacenaje.com/t-warehouse_small_parts_logimat.aspx)
- xxi. Simpliroute. (08 de Agosto de 2022). *Método ABC de inventario, en qué consiste* . Obtenido de <https://simpliroute.com/es/blog/metodo-abc-de-inventarios>
- xxii. Universidad de Concepción . (2021). *Aplicación del ciclo de Deming o PDCA para la gestión de calidad en la educación superior*. Concepción.
- xxiii. Universidad de Concepción, Chile. (1 de Enero de 2021). *Desarrollo Estratégico*. Concepcion.
- xxiv. VERTICE. (2023). Obtenido de <https://verticecr.com/almacenamiento-industrial/mezzanine/#:~:text=Es%20un%20sistema%20de%20almacenamiento,como%20la%20bodega%20lo%20permite>.
- xxv. Wikipedia. (14 de Diciembre de 2022). *Wikipedia* . Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba\\_de\\_Shapiro%E2%80%93Wilk](https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Shapiro%E2%80%93Wilk)

## 12. Anexos

### 12.1. Test de Normalidad: Shapiro-Wilks

Este test se utiliza para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Para ello, se establece como hipótesis nula que la muestra de LPH y CxL distribuye normal, y como hipótesis alternativa que no ocurre esto. Para ello, el estadístico de prueba se calcula de la siguiente manera: (Wikipedia, 2022). Dicho esto, se ha realizado el siguiente cálculo:

#### a) Test de normalidad para LPH:

i	Xi	(Xi - MED)^2	ai	Xi Inv	Dif(Xi - Xi Inv)		Media	3,98
1	3,652447663	0,107290534	0,5475	4,45948052	-0,807032857		(Xi - Media)^2	0,858
2	3,672034632	0,094842668	0,3325	4,39118457	-0,719149941		ai * (Xi - Xi Inv)	-0,853
3	3,763557654	0,046847289	0,2347	4,34565814	-0,58210049			
4	3,812829595	0,027945944	0,1586	3,9838832	-0,171053606		W	0,847
5	3,838314461	0,020074792	0,0922	3,91765319	-0,07933873		W esperado	0,828
6	3,857027594	0,015122213	0,0303	3,88214628	-0,025118685		p-value	>0,02
7	3,882146279	0,009575351		3,85702759				
8	3,91765319	0,003887125		3,83831446				
9	3,983883201	1,50792E-05		3,81282959				
10	4,345658145	0,133705879		3,76355765				
11	4,391184573	0,169072753		3,67203463				
12	4,459480519	0,229901569		3,65244766				

Tabla 84: "Test normalidad 0,02 significancia LPH". Fuente Propia

#### b) Test de Normalidad para CxL:

i	Xi	(Xi - MED)^2	ai	Xi Inv	Dif(Xi - Xi Inv)		Media	6,70
1	3,537602147	9,971685132	0,5475	8,46814614	-4,930543992		(Xi - Media)^2	27,093
2	4,404947062	5,246173103	0,3325	8,30965359	-3,904706531		ai * (Xi - Xi Inv)	-4,985
3	5,831196947	0,746846328	0,2347	8,23666482	-2,405467869			
4	6,143809987	0,304251167	0,1586	8,0589898	-1,915179815		W	0,917
5	6,289344321	0,164880938	0,0922	7,42728919	-1,137944865		W esperado	0,859
6	6,584476342	0,012303982	0,0303	7,05267558	-0,468199234		p-value	>0,1
7	7,052675575	0,12764608		6,58447634				
8	7,427289186	0,535662278		6,28934432				
9	8,058989802	1,859378075		6,14380999				
10	8,236664817	2,375498284		5,83119695				
11	8,309653593	2,60581576		4,40494706				
12	8,468146139	3,142630079		3,53760215				

Tabla 15: "Shapiro-Wilks nivel significancia 0,05 para CxL". Fuente Propia

## 12.2. Levantamiento de Procesos BPM

### ➤ Matriz de Descubrimiento Modelo BPM CD CHILE

Nombre del Proceso	Recepción	Picking	Despacho	Nota Crédito
Parte cuando	Recepción física del contenedor en CD	Los requerimientos de despacho (Transferencia TR a sucursales) u ODV (facturas a concesionarios) son recibidos por cortes de procesamiento	líneas registradas en estado "cargando" quedan disponibles para emitir documentos por los administrativos de despacho	Recepción del Producto en el CD
termina cuando	SKU es almacenado en su posición respectiva, una vez pasado por el pulmón de recepción	previo al área de despacho, en donde los productos son dispuestos en gavetas o cajones previos al área de despacho	los administrativos de despacho registran que los pedidos fueron entregados conforme y con respaldo del cedible firmado	Con la orden de devolución confirmada e informada por el CD, el asistente de facturación procede a emitir la nota de crédito para cada caso
Areas Involucradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AX</li> <li>- Recepción</li> <li>- comex</li> <li>- supervisor (admisión de recepción)</li> <li>- operario de almacenaje</li> <li>- analista importador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- administrador de picking</li> <li>- operario de picking</li> <li>- supervisión de inventario</li> <li>- equipo de inventario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- admin de despacho</li> <li>- operador de despacho</li> <li>- transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- personal de recepción</li> <li>- jefatura de logística CD</li> <li>- reptos importadora</li> </ul>
Volumen y Periodicidad	siempre y cuando lleguen contenedores	generación de RP	producto listo para despacho	en caso de que cliente solicite una nota de crédito

Matriz 3: "BPM: Matriz de Descubrimiento Centro de Distribución Chile". Fuente Propia.

➤ Modelo SIPOC CD Chile

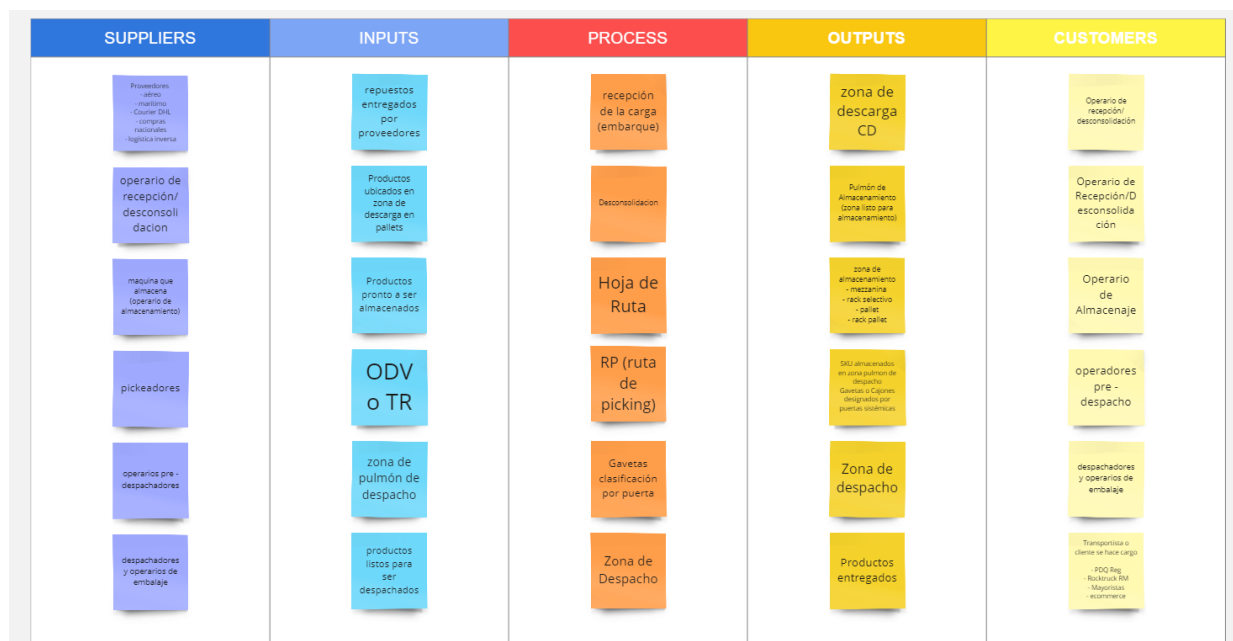


Tabla 96: "Modelo SIPOC CD Chile". Fuente Propia.















➤ Modelo RECI CD Chile

	Importador	Mauricio Mezano	Mauricio Reyes	Recepción Supervisor de Recepción (Carlos Torres)	Operario de almacenaje (Magdalena)	Operario de almacenaje (Mecanismo)	Analista Importador	Administrador de Picking (JOSÉ LUIS DIAZ)	Operario de Picking (Operarios 3 y 4)	Supervisor de Inventario	Equipo de Inventario	Administrador de Despacho	Operador de Despacho	Empresas Despacho
recepción de la carga (embarque)	E	I	R	I			C							
Descarga container	E	I	I	R	E	E	C							
Validación de factura de Compra	R	I	I	I	E	E	C							
Desembalaje		I	I	R	E	E				I				
Hoja de Ruta		I	I	R	E	E				I				
RP		I	I					R	E	I				
Cavetas clasificación por punto		I	I					C	E	I	E	R		
Zona de Despacho		I	I					C				R	E	I
RETIRO Productos		I	I									I		R/E

Matriz 4: "Modelo RECI BPM CD Chile". Fuente Propia.

### 12.3. POE: Procedimiento Operacional Estándar

En conjunto al equipo de prevención de riesgos, se ha realizado el levantamiento de documentos POE, los cuales permiten generar procedimientos operacionales estándar para cada actividad. Estos documentos se pueden visualizar a continuación:

 <b>PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "DESCARGA DE CONTENEDOR"</b>		Código: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
<b>Título Adicional:</b> PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Posicionamiento y descarga de contenedor"			
<b>Ubicación</b> CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	<b>Area</b> Recepción	<b>Tipo de procedimiento</b> INSTRUCTIVO	<b>Preparada por:</b> <b>Aprobada por:</b> <b>Aprobada por Seguridad:</b>
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)</b> 		<b>HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos</b> 	<b>número de personas requeridas</b> 2  <b>Tiempo requerido para cada persona</b> Permanente  <b>Duración de la Tarea (min)</b> 35 min  <b>Frecuencia</b> Cada vez
 <b>PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "DISTRIBUCIÓN DEL DESCONSOLIDADO"</b>		Código: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
<b>Título Adicional:</b> PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Distribución del desconsolidado de cajones"			
<b>Ubicación</b> CENTRO DISTRIBUCIÓN	<b>Area</b> Centro de distribución	<b>Tipo de procedimiento</b> INSTRUCTIVO	<b>Preparada por:</b> Victoria Flores <b>Asesor en Prevención de Riesgos</b> <b>Aprobada por:</b> <b>Aprobada por Seguridad:</b> Viviana Robles, Jefa de Prevención de Riesgos
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)</b> 		<b>HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos</b> 	<b>número de personas requeridas</b> 1  <b>Tiempo requerido para cada persona</b> Permanente  <b>Duración de la Tarea (min)</b> 50 min  <b>Frecuencia</b> Cada vez
 <b>PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "DESARME DE CAJONES"</b>		Código: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
<b>Título Adicional:</b> PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Desarme"			
<b>Ubicación</b> CENTRO DISTRIBUCIÓN	<b>Area</b> Centro de distribución	<b>Tipo de procedimiento</b> INSTRUCTIVO	<b>Preparada por:</b> Victoria Flores <b>Asesor en Prevención de Riesgos</b> <b>Aprobada por:</b> <b>Aprobada por Seguridad:</b> Viviana Robles, Jefa de Prevención de Riesgos
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)</b> 		<b>HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos</b> 	<b>número de personas requeridas</b> 1  <b>Tiempo requerido para cada persona</b> Permanente  <b>Duración de la Tarea (min)</b> 20-25 min  <b>Frecuencia</b> Diario
 <b>PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "ALMACENAMIENTO GENERAL"</b>		Código: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
<b>Título Adicional:</b> PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Almacenamiento general"			
<b>Ubicación</b> CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	<b>Area</b> Centro de distribución	<b>Tipo de procedimiento</b> INSTRUCTIVO	<b>Preparada por:</b> <b>Aprobada por:</b> <b>Aprobada por Seguridad:</b>
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)</b> 		<b>HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos</b> 	<b>número de personas requeridas</b> 1  <b>Tiempo requerido para cada persona</b> Permanente  <b>Duración de la Tarea (min)</b> 30 - 45 min  <b>Frecuencia</b> Cada vez













		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "PICKING CON ELEVADOR ELÉCTRICO"				Codigo: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
Titulo Adicional:		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Picking con order picker vertical"					
Ubicación	Area	Tipo de procedimiento	Preparada por:		Aprobada por:	Aprobada por Seguridad:	
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Centro de distribución	INSTRUCTIVO					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)		HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos	número de personas requeridas	Tiempo requerido para cada persona	Duración de la Tarea (min)	Frecuencia	
			1	Permanente	30- 60 min aproximadamente	Diario	
		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "ALMACENAMIENTO GENERAL TRANSPALETA"				Codigo: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
Titulo Adicional:		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Almacenamiento general con transpaleta"					
Ubicación	Area	Tipo de procedimiento	Preparada por:		Aprobada por:	Aprobada por Seguridad:	
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Centro de distribución	INSTRUCTIVO					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)		HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos	número de personas requeridas	Tiempo requerido para cada persona	Duración de la Tarea (min)	Frecuencia	
			1	Permanente	40 - 50 min.	Cada vez	
		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "PICKING MEZZANINE"				Codigo: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
Titulo Adicional:		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Picking mezzanine"					
Ubicación	Area	Tipo de procedimiento	Preparada por:		Aprobada por:	Aprobada por Seguridad:	
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	MEZZANINE	INSTRUCTIVO					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)		HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos	número de personas requeridas	Tiempo requerido para cada persona	Duración de la Tarea (min)	Frecuencia	
			1	Permanente	25 min	Diario	
		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "DESPECHO REGIÓN METROPOLITANA"				Codigo: Version: 00 Fecha Vigencia: Página 1 de 1	
Titulo Adicional:		PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTÁNDAR "Despacho RM"					
Ubicación	Area	Tipo de procedimiento	Preparada por:		Aprobada por:	Aprobada por Seguridad:	
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Centro de distribución	INSTRUCTIVO	Victoria Flores Asesor en Prevención de riesgos			Viviana Robles Jefa de Prevención de Riesgos	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Requeridos (EPP)		HERRAMIENTAS O EQUIPOS Requeridos	número de personas requeridas	Tiempo requerido para cada persona	Duración de la Tarea (min)	Frecuencia	
			1	Permanente	30 min	Diario	

Ilustración 30: "Procedimientos Centro de Distribución Chile". Fuente Propia

Una vez realizado este levantamiento, se han promediado los tiempos para cada actividad:

- Recepción: 110 minutos.
- Almacenamiento: 140 minutos.
- Picking: 90 minutos.
- Despacho: 30 a 60 minutos.

Por tanto, el cuello de botella corresponde al área de Picking y Despacho (dichos tiempos se deben sumar, ya que el equipo conformado para la realización de estas dos actividades converge a un solo grupo).

## 12.4. Análisis Horas Hombre

### ➤ Horas Hombre acumuladas:

Centro Distribución	Área	YTD										
		Gastos		Man Power		HH Optimas		HH Reales		Líneas por Hora		
		TOTAL	EXPRO	REAL	PPTO	HH INDICADOR	HH TOTAL	HH trabajadas	HH Perdidas	LPH CONTR	LPH TRABAJ	LPH KPI
<i>Supervisores</i>												
SUPERVISOR REC		\$ 12.000.296	\$ 1.381.995	1	1		1035	972	63			
SUPERVISOR PICK		\$ 11.773.095	\$ 1.354.427	1	1		1341	1341	0			
SUPERVISOR DESP		\$ 11.740.644	\$ 1.350.694	1	1		1341	1053	288			
SUP JUNIOR PICK		\$ 8.831.308	\$ 1.016.552	1	1		1152	1152	0			
SUPERVISOR INV		\$ 10.891.438	\$ 1.254.303	1	1		1341	1206	135			
COORD GRAL		\$ 12.819.219	\$ 1.474.777	1	1		1143	1143	0			
Total:		\$ 68.056.000	\$ 7.832.748	6	6		7353	6867	486			
<i>Recepción</i>												
RECEPCION B		\$ 52.535.245	\$ 6.053.018	6	5,53	5979	7029	6750	279	4,7259	4,921	6,06
RECEPCION G		\$ 28.620.873	\$ 3.297.321	3			4356	4356	0			
		\$ 23.914.371	\$ 2.755.697	3			2673	2394	279			
<i>Picking</i>												
PICKING B		\$ 31.491.881	\$ 3.627.773	5			5364	4401	963			
PICKING G		\$ 16.590.994	\$ 1.912.311	2			2637	2637	0			
		\$ 14.900.888	\$ 1.715.461	3			2727	1764	963			
<i>Despacho</i>												
DESPECHO B		\$ 56.915.886	\$ 6.566.202	9	15	16431	10611	9891	720	8,472	9,089	5,969
DESPECHO G		\$ 54.484.062	\$ 6.285.008	8			10305	9657	648			
		\$ 2.431.825	\$ 281.194	0			306	234	72			
<i>Inventario y Slotting</i>												
INV Y SLOT B		\$ 18.149.932	\$ 2.091.733	2	2	3247	2601	2286	315	7,3369	8,3478	0,00
INV Y SLOT G		\$ 8.657.470	\$ 997.184	1			1341	1116	225			
		\$ 9.492.463	\$ 1.094.550	1			1260	1170	90			
<i>Personal Transitorio</i>												
PTRANSITORIO		\$ 6.273.279	\$ 721.801	2	0	0	1764	1665	99			
Total Planta:		\$ 165.366.224	\$ 19.060.528	23	23	25656	27369	24993	2376			
<i>Administradores</i>												
ADMIN		\$ 18.210.847	\$ 2.097.609	2			1926	1737	189			
ADMIN LOG		\$ 11.361.358	\$ 1.307.793	1			1341	1341	0			
ADMIN AUX		\$ 8.085.283	\$ 951.792	2			2484	2205	279			
Total Admin		\$ 37.657.487	\$ 4.357.193	5	0	0	5751	5283	468			
TOTAL CD		\$ 203.023.711	\$ 23.417.721	27	23	25656	40473	37143	3330	3,51	3,83	4,40

Tabla 107: "Horas Hombre acumuladas a julio 2023". Fuente Propia.

Las columnas de la tabla corresponden a:

- Área: división del organigrama de trabajo, separado en supervisores, operarios de planta y administradores.
- Gastos: Total corresponde al monto pagado a la fecha y EXPRO corresponde al 13% de utilidad pagado a la empresa de outsourcing por sus servicios.
- Man Power: Corresponde a la cantidad de operarios reales para cada sector, en donde PPTO fue omitido debido a que no existe un cálculo por parte de la empresa del mínimo de personas necesarias para cumplir con el trabajo.
- HH INDICADOR: Corresponde a las horas hombres teóricas acumuladas a la a fecha declaradas dentro de la proyección de 2023 que fue realizada a finales de 2022.
- HH TOTAL: Corresponde a las horas hombre ideales para cada sector.
- HH Trabajadas: Multiplicación entre los días hábiles acumulados por la cantidad de gente en el área.
- HH Perdidas: Corresponde a la resta entre "HH TOTAL" y "HH TRABAJADAS".
- LPH CONTR: cálculo de líneas por hora ideales para cada área.
- LPH TRABAJ: Cálculo de líneas por hora trabajadas reales por área.
- LPH KPI: Líneas por hora esperadas establecidas en 2022 para 2023.

➤ HH Julio 2023:

JULIO											
Gastos			Man Power		HH Optimas		HH Reales		Lineas Por Hora		
TOTAL	EXPRO	REAL	PPTO	IH INDICADOI	HH TOTAL	HH trabajadas	HH Perdidas	LPH CONTR	LPH TRABAJ	LPH KPI	
\$	1.631.626	\$	187.709	1		198	198	0			
\$	1.628.921	\$	187.398	1		198	198	0			
\$	1.673.685	\$	192.548	1		198	198	0			
\$	1.439.879	\$	165.873	1		198	198	0			
\$	1.591.620	\$	183.207	1		198	198	0			
\$	-	\$	-	0		0	0	0			
\$	7.965.731	\$	916.735	5	0	990	990	0			
\$	6.282.613	\$	723.395	5	0	990	990	0	5,03	5,03	5,37
\$	3.698.697	\$	425.868	3		594	594	0			
\$	2.583.916	\$	297.527	2		396	396	0			
\$	3.745.074	\$	432.127	3	0	594	414	180			
\$	2.433.765	\$	281.268	2		396	396	0			
\$	1.311.309	\$	150.859	1		198	18	180			Total considerando Picking y Desp
\$	6.188.186	\$	712.370	6	0	990	981	9	15,75	15,89	7,63
\$	6.188.186	\$	712.370	6		990	981	9			
\$	-	\$	-	0		0	0	0			
\$	1.935.222	\$	223.682	2	0	396	306	90	3,21	4,16	0,00
\$	631.596	\$	72.915	1		198	198	0			
\$	1.303.625	\$	150.766	1		198	108	90			
\$	-	\$	-	0	0	0	0	0			
\$	-	\$	-	0		0	0	0			
\$	18.151.095	\$	2.091.574	16	0	2970	2691	279			
\$	-	\$	-	0		0	0	0			
\$	1.586.171	\$	182.576	1		198	198	0			
\$	1.432.475	\$	165.425	2		396	396	0			
\$	3.018.646	\$	348.001	3	0	594	594	0			
\$	29.135.472	\$	3.356.310	24	0	4554	4275	279	4,80	5,11	4,62
\$	1.432.913	\$	164.848	1		198	198	0			
\$	1.311.108	\$	150.835	1		198	198	0			
\$	2.513.141	\$	289.122	2		396	396	0			
\$	1.221.032	\$	140.473	1		198	198	0			
\$	6.478.195	\$	745.279	5	0	990	990	0			
\$	35.613.667	\$	4.101.589	29	0	5544	5265	279			

Tabla 118: "HH Julio 2023 CD Chile". Fuente Propia.

## 12.5. Análisis Económico “Alternativas Solución”

Tal como fue visto en el informe, dado que el mercado automotriz se enfrenta a una caída en sus ventas (la cual se proyecta que continúe así durante 2024), la empresa ha tomado un peso adicional en cuanto al posible ahorro de sus gastos operacionales. Es por esto que a continuación, la siguiente tabla resume los costos a incurrir en arriendo para 2024:

Partidas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
Arriendos	\$49.172.956	\$49.310.640	\$49.448.710	\$49.587.166	\$49.726.010	\$49.865.243	\$50.004.866	\$50.144.879	\$50.285.285	\$50.426.084	\$50.567.277	\$50.708.865	\$599.247.981
BSF	\$40.284.604	\$40.397.401	\$40.510.513	\$40.623.943	\$40.737.690	\$40.851.755	\$40.966.140	\$41.080.845	\$41.195.872	\$41.311.220	\$41.426.892	\$41.542.887	\$490.929.762
Gastos Comunes	\$6.295.916	\$6.313.545	\$6.331.222	\$6.348.950	\$6.366.727	\$6.384.554	\$6.402.431	\$6.420.357	\$6.438.334	\$6.456.362	\$6.474.440	\$6.492.568	\$76.725.405
R02	\$2.592.436	\$2.599.695	\$2.606.974	\$2.614.273	\$2.621.593	\$2.628.934	\$2.636.295	\$2.643.677	\$2.651.079	\$2.658.502	\$2.665.946	\$2.673.410	\$31.592.814

Tabla 129: “Distribución Arriendo proyectado a 2024 Sin Proyecto” Fuente Propia.

A modo teórico, para el análisis de metodología el ahorro para 2024 sería de \$599.247.981, en el caso de mudar el Centro hacia las propias instalaciones de Gildemeister, pudiendo utilizar este monto para inversiones futuras o asociadas al proyecto. De forma complementaria, mudar el centro hacia instalaciones propias genera ahorros en cuanto a los traslados de las existencias para los vehículos nuevos en venta, disminuyendo así en los tiempos de entrega y una mejoría en cuanto a la organización y monitoreo del comportamiento de los procesos, ya que tanto el área administrativa como operativa será consolidada en una sola ubicación. Por tanto, este cambio no solo genera estas mejoras, sino también procura una simpleza en cuanto a la administración y organización de procesos pilares de ingreso de la compañía.

Además, en el caso hipotético en que se decidiera aplicar mejoras al Centro de Distribución actual, la captura por disminuir los costos operacionales será siempre menor a la captura por el ahorro de arriendo, ya que los gastos anuales para 2024 relacionados a la mano de obra ascienden a \$520.365.075, siendo este caso imposible ya que se requiere de mano de obra para poder operar. Dicho de otro modo, del total de partidas de costos variables presentes en el Centro de Distribución, el de mayor impacto corresponde a la partida de Arriendo, valor superior a la suma de los costos logísticos que son mayormente complejos de disminuir sin involucrar a la baja en el nivel de servicio y cumplimiento de las necesidades de los clientes.

## 12.6. Planos proyecto CD/CLAG

Previo a la ejecución del proyecto, el galpón se distribuye de la siguiente manera:

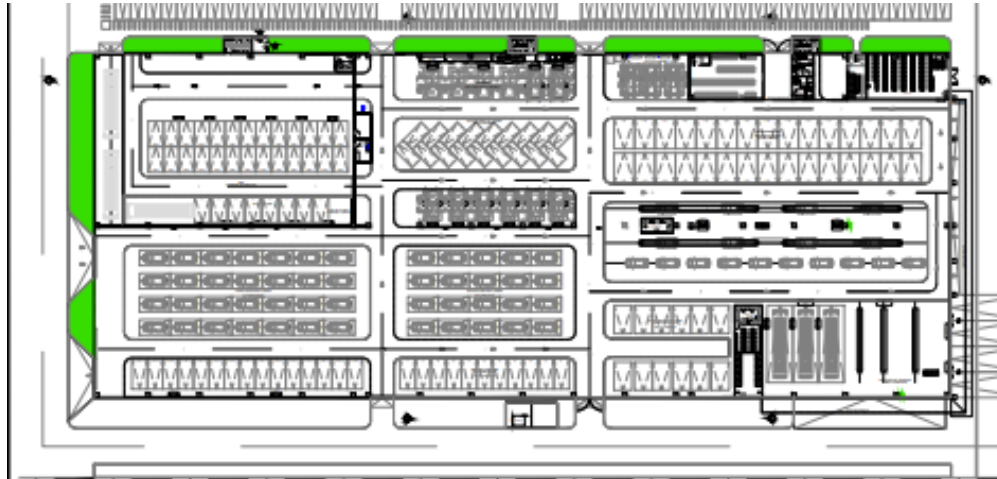


Ilustración 11: "Layout actual Galpón Preentrega Lonquén". Fuente Propia.

Esta figura permite dar a entender a la distribución actual del galpón, en donde el rectángulo de la izquierda superior corresponde al Taller de Desabolladura y Pintura. Este se encuentra delimitado por un cierre perimetral, el cual genera un espacio disponible de  $1800 \text{ m}^2$  para este rubro. Seguido de este, en la esquina inferior derecha, se encuentra el Taller de accesorización de Buses y Camiones, el cual ya no se utiliza dado el cierre de este rubro en la empresa. Finalmente, el resto del espacio corresponde a las líneas de preentrega, las cuales a nivel macro generan la accesorización y preparación de los vehículos vendidos por Gildemeister. Ahora bien, dado que este espacio no se encuentra bien distribuido y designado, en conjunto al equipo corporativo de infraestructura se ha formulado el siguiente plano que incluye los cambios y obras civiles necesarias para la ejecución del proyecto:

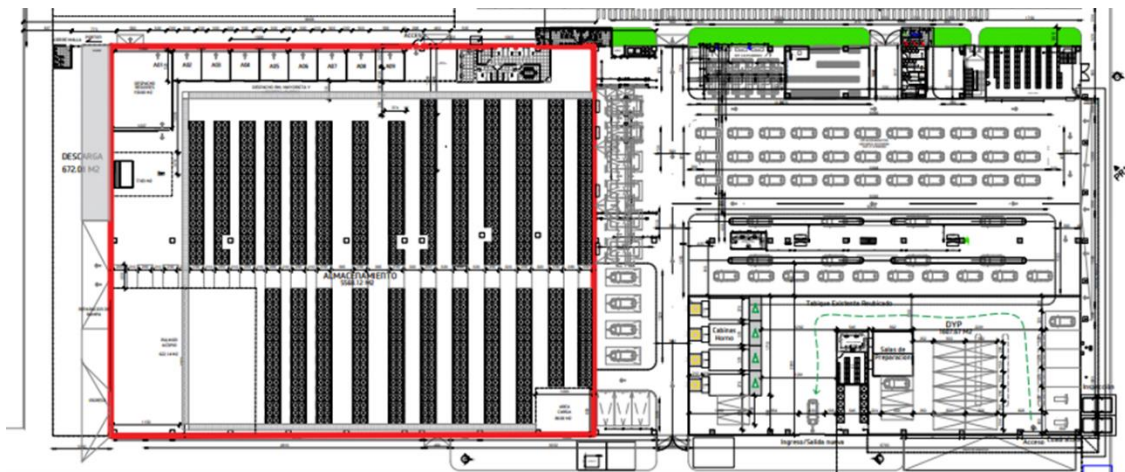


Ilustración 4: "Layout Galpón implementado el proyecto". Fuente Propia.



Este plano permite el ingreso del Centro de Distribución, utilizando 5568 m<sup>2</sup> en su interior, 8 puertas de despacho distribuidas entre región Metropolitana, regiones, Ecommerce, Mayorista y Logística Inversa. Esto generará un incremento en la cantidad de clientes que el Centro recibe, ya que en la actualidad solo posee puertas de despacho para regiones y para el Gran Santiago. En contraste, los costos asociados a esta obra civil se resumen en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD_CECO	Suma de TOTAL
RETIRO Y DEMOLICION	\$19,372,300
OBRA PRELIMINARES	\$10,135,000
RADIER	\$10,248,954
ESTRUCTURA METALICA	\$38,003,623
TECHUMBRE	\$13,316,202
TABICERIAS	\$16,605,910
PAVIMENTOS	\$1,586,574
CARPINTERIA METALICA	\$5,044,966
MOBILIARIO	\$12,755,000
PINTURA	\$19,612,081
REVESTIMIENTOS	\$46,734,672
PUERTAS	\$58,763,438
VENTANAS	\$4,928,300
CIELOS	\$2,894,784
ACCESORIOS	\$1,753,020
ARTEFACTOS	\$2,847,000
ELECTRICIDAD	\$35,378,910
CORRIENTES DEBILES	\$1,902,000
GASFITERIA	\$20,018,035
EQUIPAMIENTO	\$0
<b>Total general</b>	<b>\$321,900,769</b>

Tabla 13: "Gastos Obras Civiles del Proyecto". Fuente Propia.

Siendo en total de inversión \$321.900.769, se debe adicionar un monto por gastos generales y utilidades a la constructora (\$80.475.192), valor el cual genera un incremento hacia un total bruto de \$478.827.394. Para esta obra, infraestructura ha declarado un plazo de obras de 3 meses, que incluye todos los cambios pertinentes para generar esta nueva distribución. Por otro lado, la figura siguiente permite ver en detalle cada una de las áreas consideradas en este nuevo centro:

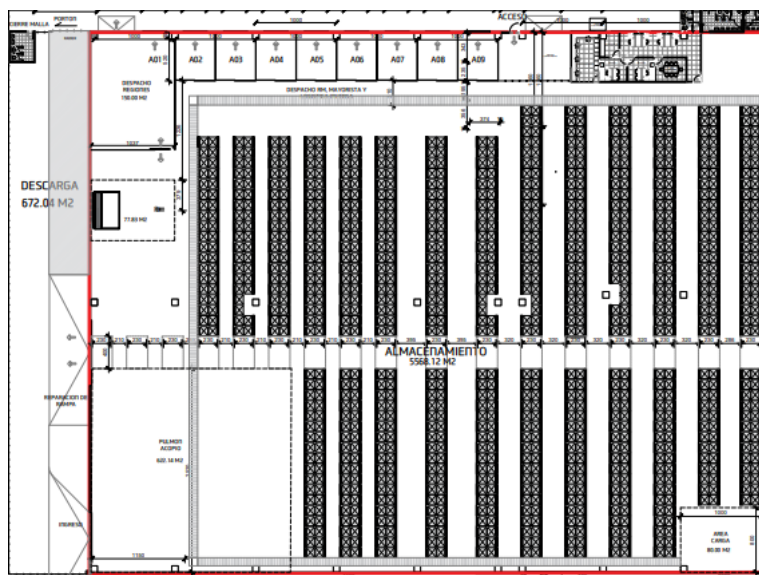


Ilustración 13: "Nuevo plano Centro de Distribución Chile". Fuente Propia.



## 12.7. Vertical Lift Machine

La mezzanina actual permite un almacenamiento a su máxima capacidad en  $680 \text{ m}^2$ , con un total de 5.307 posiciones. En ella, posee una utilización aproximada del 70%, espacio el cual a un crecimiento declarado del 15% anual, no será capaz de poseer viabilidad a largo plazo. Sumado a esto, actualmente la mezzanina posee tres niveles, en donde no se sigue un pauteo en la manera de almacenar, por lo que ha resultado ser compleja para la realización de cálculos analíticos. Además, cada piso tiene designado un operario de picking, sin considerar a los operarios del equipo de desconsolidación y almacenamiento. Este sobredimensionamiento en la cantidad de HH necesarias para operar, son parte de las ineficiencias respecto a la productividad del centro.

Dicho esto, se levantó la posibilidad de reemplazar la Mezzanina comprando un Vertical Lift Machine, el cual puede ser visualizado a continuación en la siguiente imagen:



Ilustración 14: "VLM". (SHAFER, 2023)

Esta máquina promete una mejora en la superficie necesaria para almacenar productos de menor tamaño, pudiendo almacenar productos en bandejas que fluctúan entre 10 a 40cm. Dicho esto, se ha realizado un estudio de viabilidad para una máquina considerando el inventario actual, el cual se puede ver a continuación:



Tabla 141: "Viabilidad almacenando existencia actual en VLM". Fuente Propia.