

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MEJORA EN LA GESTIÓN DE ALMACÉN
DE JABAS Y PALETAS EN UNA EMPRESA DE CONSUMO MASIVO**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional
de INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR:
Lili Valeria Uribe Bravo

ASESOR: MERY ROXANA LEON PERFECTO
CoAsesor: CESAR STOLL QUEVEDO

Lima, Febrero del 2021

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad mejorar el nivel de abastecimiento de parihuelas en el almacén de jabas y paletas de una empresa dedicada al consumo masivo de alimentos derivado de los lácteos. Se desarrolla el marco teórico, análisis y diagnóstico de la situación actual y finalmente la propuesta de mejora para lograr mejores indicadores de gestión en el almacén.

Los activos de giro pasan por un proceso de tratamiento para que puedan ser despachados al cliente es entonces que la gestión de recursos en el almacén de jabas y paletas es principalmente medida por el indicador de nivel de servicio el cual contempla aspectos como calidad y cantidad en la entrega de los activos de giro (paletas y jabas). Adicionalmente, se cuenta con indicadores adicionales de gestión que repercuten directamente al indicador principal, entre ellos el indicador de productividad de los procesos productivos (con valores por debajo del 70%) y el indicador de utilización del almacén (con valores superiores al 100%), es decir se cuenta con stock de activos de giro, pero por alguna razón no son despachados hacia los clientes. Más adelante en el análisis de los indicadores se detecta como principal problemática el diseño de layout ya que no permite un flujo continuo dentro de las operaciones y por el contrario genera retrasos y gastos extras en la logística interna de la empresa.

Para obtener un incremento en el nivel de servicio del almacén de jabas y paletas se emplean las herramientas de redistribución de layout, método de ubicación por popularidad y balance de carga de trabajo en los puestos de operativos con la finalidad de aumentar la productividad en las operaciones y con ello se logre incrementar la disponibilidad de parihuelas tratadas aptas para su despacho hacia los clientes. Emplear estas herramientas incrementa el indicador principal en un 20%; con una mayor capacidad en los procesos productivos, tiempo de respuesta y cumplimiento en las entregas.

En la evaluación económica de las propuestas se obtuvo un VAN de S/142,864 y un TIR de 35%, lo que indica que el proyecto es rentable y puede ser implementado.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

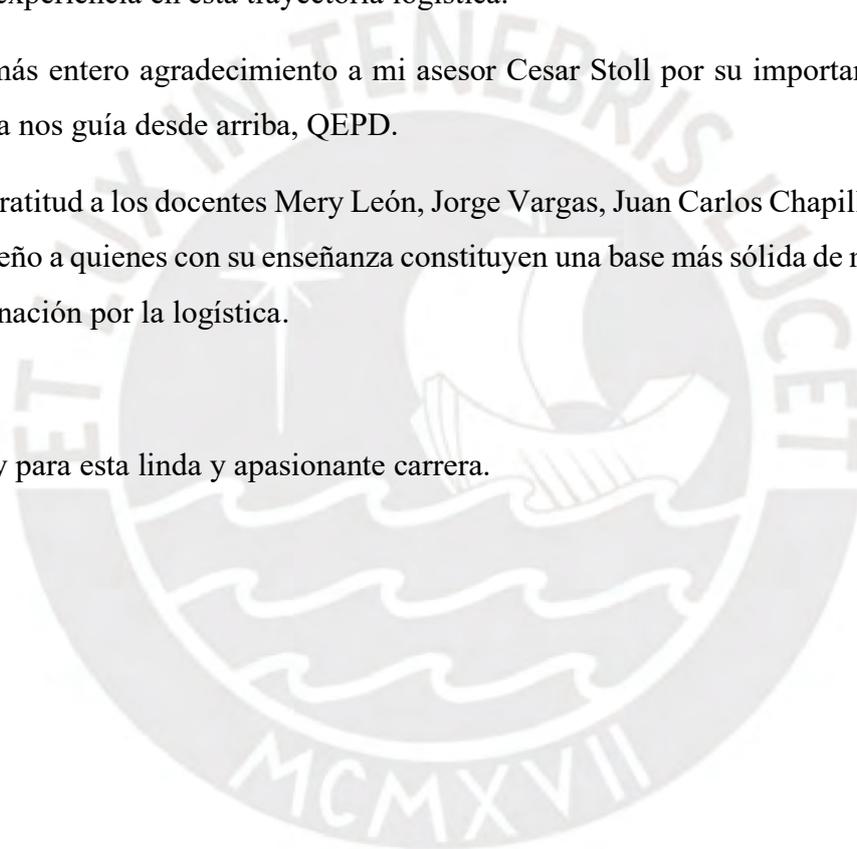
Ante todo, doy gracias a Dios por permitirme contar con salud sin ello no podría haber desarrollado este proyecto con éxito, a toda mi familia por ser pieza importante de motivación especialmente a mi padre Jorge Uribe y a mi madre Lila Bravo por apoyarme, motivarme durante esta trayectoria profesional a seguir adelante y dar lo mejor de uno misma, a mi abuela Encarnita te lo prometí y lo logré.

Gracias a mis compañeros de trabajo, aula universitaria de cada uno de ellos me llevo una experiencia en esta trayectoria logística.

Mi más entero agradecimiento a mi asesor Cesar Stoll por su importante guía quien ahora nos guía desde arriba, QEPD.

Mi gratitud a los docentes Mery León, Jorge Vargas, Juan Carlos Chapilliquén, Adolfo Carreño a quienes con su enseñanza constituyen una base más sólida de mi apasionante inclinación por la logística.

Por y para esta linda y apasionante carrera.



INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRAFICOS	vi
INTRODUCCIÓN	vii
1 CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	1
1.1 Pronósticos	1
1.1.1 Definición de pronósticos	1
1.1.2 Horizontes de tiempo del pronóstico	2
1.1.3 Patrones de la demanda	2
1.1.4 Enfoques de pronósticos	4
1.1.4.1 Métodos cualitativos	4
1.1.4.2 Métodos cuantitativos	5
1.2 Gestión de almacenes	9
1.2.1 Principios básicos en un almacén	10
1.2.2 Layout del almacén	10
1.2.3 Diseños de Layout	11
1.2.3.1 Flujo en forma de U	11
1.2.3.2 Flujo en línea recta	12
1.2.3.3 Diseño de columna modular	13
1.2.4 Métodos de ubicación de existencias	14
1.2.4.1 Principio de popularidad	14
1.2.5 Sistema de posicionamiento y localización	15
1.2.5.1 Posición fija	15
1.2.5.2 Posición aleatoria	16
1.2.6 Formas tradicionales de almacenamiento	16
1.2.6.1 Arrume de tarimas	17
1.2.6.2 Estantería de tarima de profundidad simple	17
1.2.6.3 Estante de tarima de doble profundidad	18
1.2.6.4 Estante tipo drive in	18
1.2.6.5 Estante tipo drive through	19
1.2.7 Formas alternativas de almacenamiento	20
1.2.8 Medios de manutención para el almacenamiento	21
1.2.8.1 Elevadora convencional	23
1.2.8.2 Elevadora retráctil	23

1.2.8.3	Máquinas trilaterales.....	24
1.2.8.4	Transportes internos	24
1.3	Estudio de Tiempos.....	25
1.3.1	Definición.....	26
1.3.2	Importancia y usos.....	26
1.3.3	Técnicas para el diseño de métodos para el estudio de macro métodos	27
1.3.3.1	Diagrama de operaciones.....	27
1.3.3.2	Diagrama de procesos o actividades	28
1.3.3.3	Diagrama de recorrido	28
1.3.4	Técnicas para el diseño de métodos para el estudio de micro métodos.....	30
1.3.4.1	Diagrama operador/máquina.....	30
1.3.4.2	Sistemas estándares de tiempo predeterminados.....	32
1.3.4.3	Estudio de tiempos por contómetro	32
1.3.4.4	Tiempo estándar	35
2	CAPITULO 2: ANALISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	36
2.1	Descripción general de la empresa	36
2.1.1	Logística en la empresa	36
2.1.1.1	Logística de entrada.....	36
2.1.1.2	Logística interna	37
2.1.1.3	Logística de salida	37
2.1.1.4	Logística inversa.....	37
2.2	Sistema actual de gestión de almacén jabas y paletas	38
2.2.1	Parihuelas estándar (EAN)	39
2.2.2	Parihuelas ex importación	39
2.2.3	Jabas plásticas	41
2.3	Procesos involucrados en el tratamiento de paletas estándar	43
2.3.1	Descarga de paletas	43
2.3.2	Proceso de Selección	43
2.3.3	Lavado de paletas	44
2.3.4	Reparación de paletas	44
2.3.5	Asperjado de paletas.....	46
2.3.5.1	Sopleteado	46
2.3.5.2	Etiquetado.....	46
2.3.5.3	Fumigación o asperjado.....	47
2.4	Diagrama de flujo de operaciones y diagrama de actividades del proceso	47
2.5	Diagrama de recorrido de la situación actual.....	50
2.6	Descripción de la problemática	51

2.6.1	Indicadores	51
2.6.1.1	Rendimiento del proceso reparación.....	51
2.6.1.2	Rendimiento del proceso de asperjado.....	52
2.6.1.3	Porcentaje de tiempo de ciclo productivo	53
2.6.1.4	Utilización del almacén	56
2.6.1.5	Indicador nivel de servicio – FillRate	59
3	CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES .	61
3.1	Maquinaria y personal.	61
3.2	Distribución del almacén.....	62
4	CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA	65
4.1	Rediseño del layout	65
4.1.1	Normativa de espacio y sanidad por FDA y el área de calidad	65
4.1.2	Distribución de espacios en la zona de despacho.....	67
4.1.2.1	Método de sistemas por popularidad	68
4.1.3	Cálculo de espacios en el layout propuesto	69
4.1.3.1	Capacidad proyectada.....	70
4.1.3.2	Turnos y tiempo disponible de trabajo.....	73
4.1.3.3	Carga de Trabajo	74
4.2	Adquisición hombre y máquina.....	84
4.3	Beneficios de la mejora propuesta.....	85
5	CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA	88
5.1	Detalle de costos de implementación rediseño de layout.....	89
5.2	Detalle de costos adquisición máquina y mano de obra operario.....	91
5.3	Beneficios esperados de la implementación	93
5.3.1	Ahorro por fumigadores	93
5.3.2	Aumento de la productividad.....	93
5.3.3	Ahorro en compra de parihuelas	93
5.4	Flujo de caja del proyecto.....	93
6	CAPITULO 6: Conclusiones y recomendaciones	96
6.1	Conclusiones	96
6.2	Recomendaciones.....	97
7	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Patrones de la demanda.....	3
Figura 2: Regresión lineal	6
Figura 3: Flujo en forma de U.....	12
Figura 4: Flujo en línea recta.....	13
Figura 5: Flujo modular	13
Figura 6: Ubicación según popularidad.....	15
Figura 7: Apilamiento compacto, arrume de tarimas.....	17
Figura 8: Estantería de profundidad simple.....	18
Figura 9: Estante de doble profundidad.....	18
Figura 10: Estantería drive- in.....	19
Figura 11: Estantería drive-trough	19
Figura 12: Armario móvil manual.....	20
Figura 13: Almacén de palatización sobre bases móviles.....	21
Figura 14: Medios de manipulación para transporte vertical	22
Figura 15: Medios de manipulación para transporte horizontal.....	22
Figura 16: Elevadora convencional	23
Figura 17: Carretilla elevadora retráctil.....	23
Figura 18: Máquina trilateral.....	24
Figura 19: Traspaleta	25
Figura 20: Diagrama de operaciones	27
Figura 21: Diagrama de procesos	29
Figura 22: Diagrama de recorrido	30
Figura 23: Diagrama operador máquina.....	31
Figura 24: Subdivisiones del área logística en la empresa.....	38
Figura 25: Flujo de operaciones en el tratamiento de parihuelas estándar	48
Figura 26: Diagrama de recorrido de la situación actual	50
Figura 27: Paletas aptas en tiempo de espera	55
Figura 28: Contaminación cruzada.....	55
Figura 29: Paletas en espera de recojo hacia la zona de asperjado	55
Figura 30: Indicador Utilización del almacén paletas.....	58
Figura 31: Diagrama Ishikawa de la Situación actual	64
Figura 32: Propuesta de Redistribución del Layout.....	66
Figura 33: Diagrama de recorrido	67
Figura 34: Zona de despachos	68
Figura 35: Ubicación por popularidad en zona de despacho.	69
Figura 36: Diagrama de bloques del proceso de reparación	76
Figura 37: Ciclo de trabajo por cada posición de trabajo en el turno mañana	79
Figura 38: Ciclo de trabajo por cada posición de trabajo en el turno tarde	80
Figura 39: Indicador de utilización con la propuesta de mejora	87
Figura 40: Diseño exteriores propuesta de mejora 1	88
Figura 41: Diseño estructura metálica propuesta de mejora 1	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de parihuela estándar.....	39
Tabla 2: Características parihuelas ex importación parte 1	39
Tabla 3: Características parihuelas ex importación parte 2	40
Tabla 4: Características parihuelas ex importación parte 3	41
Tabla 5: Especificaciones jabas plásticas	41
Tabla 6: Matriz de priorización de activos de giro	42
Tabla 7: Recursos para la actividad de recepción.....	43
Tabla 8: Recursos para la actividad de selección	44
Tabla 9: Recursos para la actividad de habilitado y clavado	46
Tabla 10: Recursos para el proceso de asperjado	47
Tabla 11: Diagrama de actividades del proceso de tratamiento de parihuelas EAN	49
Tabla 12: Cantidad teórica de unidades por proceso	51
Tabla 13: Tiempo efectivo del tratamiento de paletas EAN	56
Tabla 14: Zonificado dentro del área total.....	57
Tabla 15: Indicador fill rate de paletas Febrero-Abril	60
Tabla 16: Normativas de calidad.....	66
Tabla 17: Clasificación por popularidad en el almacén de jabas y paletas	68
Tabla 18: Demanda diaria promedio de los principales procesos- datos proyectados.	72
Tabla 19: Cuota máxima diaria en los principales procesos operativos.....	72
Tabla 20: Tiempo disponible por turno de trabajo	73
Tabla 21: Carga de trabajo actual en el proceso de reparación.....	74
Tabla 22: Cálculo de puestos de trabajo en el proceso de reparación.....	75
Tabla 23: Cantidad de personas por turno de trabajo en subproceso de habilitado.....	75
Tabla 24: Cantidad de personas por turno de trabajo en subproceso de clavado	75
Tabla 25: Espacios necesarios de almacenamiento en el ciclo de trabajo.....	78
Tabla 26: Detalle de áreas por zonificación	81
Tabla 27: Variación en las zonas del almacén de activos de giro	82
Tabla 28: Variación de áreas en las zonas de almacenamiento: actual y propuesta	83
Tabla 29: Capacidad del área de operación	84
Tabla 30: Distribución de actividades de los montacarguistas situación actual	84
Tabla 31: Distribución de actividades para la situación propuesta	85
Tabla 32: Nueva productividad en procesos de reparación y soporte del turno mañana.....	85
Tabla 33: Nueva productividad en procesos de reparación y soporte del turno tarde	86
Tabla 34: Cuotas diarias máximas.....	86
Tabla 35: Costos de implementación	90
Tabla 36: Detalle costo de activos.....	91
Tabla 37: Inversión mensual- mano de obra.....	92
Tabla 38: Resumen de inversión fija	92
Tabla 39: Flujo de cada de proyecto.....	95

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Rendimiento semanal promedio en el proceso de reparación	52
Gráfico 2: Rendimiento semanal promedio del proceso de asperjado	53
Gráfico 3: Análisis de tiempos por actividades	54
Gráfico 4: Análisis de Tiempos muertos	56
Gráfico 5: Utilización semanal en zonas de almacenamiento.....	59
Gráfico 6: Proyección demanda del proceso de recepción de paletas EAN.....	70
Gráfico 7: Proyección demanda del proceso de asperjado de paletas EAN.....	71
Gráfico 8: Proyección demanda del proceso de reparación de paletas EAN	71



INTRODUCCIÓN

En general las empresas optan por estrategias competitivas para satisfacer a sus clientes, estrategias que deben estar alineadas con la cadena de suministro y su capacidad de respuesta es aquí donde la logística de la empresa juega un rol importante como soporte para llegar al cliente final. Las diferentes funciones en una compañía como la de consumo masivo de alimentos debe estructurar apropiadamente sus recursos para que sean capaces de ejecutar las estrategias con éxito. Una de las empresas que carece de una exitosa gestión de recursos es La empresa, termino por el cual se designará en adelante a la organización donde se realizó el estudio, compañía que presenta problemáticas más recurrentes en el día a día en parte de su logística interna.

En el capítulo 1, se presenta el marco teórico que será utilizado en el estudio de la empresa de consumo masivo para mejorar su indicador de gestión principal y el cual representa tres de sus pilares como organización, se presentan los conceptos de pronósticos, gestión de almacenes y estudio de tiempos.

Posteriormente en el capítulo 2, se describe a la empresa sus áreas de la logística y el área de objeto a estudio para más adelante presentar la situación actual de gestión en el área objetivo, sus procesos productivos involucrados y la problemática presentada a través de los indicadores de gestión del almacén. Una vez expuesto todo lo anterior, en el capítulo 3 se realiza el diagnóstico de la situación actual del almacén, identificando los problemas principales y bajo un diagrama Ishikawa se identifican las causas raíces.

En el capítulo 4, se plantean las propuestas de mejora y son desarrolladas bajo las herramientas aprendidas a lo largo de la carrera y las que fueron seleccionadas en el marco teórico, se analiza cada propuesta y el beneficio que otorga su implementación.

En el capítulo 5, se evalúa el impacto económico de las propuestas de mejoras bajo un flujo de caja económico dando como resultados indicadores de inversión monetaria que definirán la viabilidad del proyecto.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llega luego de este trabajo de investigación.

1 CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 Pronósticos

En este punto se narrará el concepto de la proyección de datos y su importancia para la gestión de empresas que apuntan a la mejora continua con el objetivo de satisfacer las necesidades de su mercado objetivo.

1.1.1 Definición de pronósticos

La vida es una constante toma de decisiones, muchas veces sin darnos cuenta y en muchas otras se elige una decisión que determina vuestro futuro. En el mundo de los negocios el margen de error de una toma de decisión se refleja en la incertidumbre de las operaciones por ende en un mercado competitivo lo que aspiran las empresas es reducir lo más posible el grado de incertidumbre ya que buscan mayor eficiencia en sus procesos. En este sentido, se emplean los pronósticos para la toma de decisiones en el mundo de los negocios.

Chase & Jacobs (2009) revela que los pronósticos son una pieza esencial para el planeamiento corporativo en un periodo de tiempo de largo plazo y cómo este puede influenciar dentro de las áreas usuarias de la empresa a continuación un extracto de ejemplo que comparte en su libro en referencia al impacto de los pronósticos sobre las áreas en una empresa.

En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planear productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. El personal de producción y operaciones utiliza los pronósticos para tomar decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, la planeación de las capacidades y la distribución de las instalaciones, así como para tomar decisiones continuas acerca de la planeación de la producción, la programación y el inventario. (Chase & Jacobs 2009: 468-469).

En conclusión, un pronóstico es una herramienta para predecir acontecimientos futuros y que serán empleados para la toma de decisiones. Frente a este escenario, un

administrador, un jefe de demanda, un jefe de venta, o cualquier otra persona encargada de pronosticar en una compañía tiene como objetivo hacer buenas estimaciones en aras de aproximarse lo mejor posible a la demanda real a la que se va a satisfacer la necesidad de su cliente.

1.1.2 Horizontes de tiempo del pronóstico

Como segundo punto importante en el tema de pronósticos se encuentra la segmentación o clasificación por el horizonte de tiempo al que se planea pronosticar y el cual puede clasificarse en tres categorías.

De acuerdo a los autores Heizer y Render (2014) la primera categoría contempla un pronóstico a corto plazo y tiene un máximo de tiempo de hasta 1 año, pero dada la mayoría de casos comúnmente el tiempo es cubierto por 3 meses, por ejemplo, es usado para la planificación de las compras, para establecer el requerimiento de mano de obra y turnos de trabajo. El segundo es el pronóstico es a mediano plazo, el cual tiene un tiempo que oscila entre 3 meses y 3 años, es empleado para estimar ventas, presupuesto flujo efectivo y para cualquier plan operativo.

Finalmente, el tercer pronóstico es a largo plazo, el cual puede tener una extensión de 3 años o más, sirve para planificar nuevos productos, expansión o reubicación de las instalaciones, y proyectos de investigación y desarrollo.

1.1.3 Patrones de la demanda

Dado que en muchos casos la demanda de productos y servicios es muy variable, es que se tiene que descubrir los patrones subyacentes de la información histórica con la finalidad de obtener pronósticos más confiables por lo que se analiza el comportamiento de la data dando de manera visual la formación de un patrón conocido como series de tiempo.

Heizer y Render (2014) da a conocer los 5 patrones vistos en el comportamiento de las demandas:

Horizontal: La dispersión de los datos se sitúa en torno a una media constante.

Tendencia: El incremento o decremento de la media de los datos a través del tiempo.

Estacional: Reiterados incrementos o decrementos en un periodo de tiempo corto; por ejemplo: horas, días, semanas o temporadas.

Cíclico: Incrementos o decrementos graduales en un periodo de tiempo más extenso; por ejemplo: años

Aleatorio: El comportamiento no muestra una secuencia de datos ni incrementos o decrementos, el orden es muy variable y no previsto.

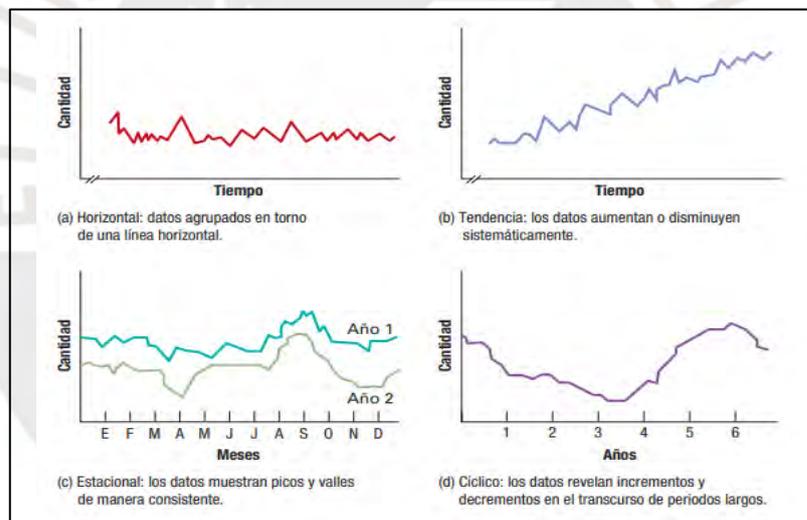


Figura 1: Patrones de la demanda

Fuente: Krajewski and Ritzman (2008)

Krajewski *et al* (2008) nos indica que para elaborar el diseño del sistema de pronóstico se deben incurrir en ciertos pasos que continuación se desarrollarán:

- Decidir que se va a pronosticar, es decir cuál será el objeto de estudio y en que unidad de medida será más útil para la planificación y el análisis.

- Qué tipo de técnica de pronóstico se va a usar dependiendo del patrón de serie de tiempo observado.
- Medir el error del método elegido.

Entonces una vez definido el objeto de pronóstico y analizado el comportamiento de la data histórica se procederá a desarrollar las técnicas de pronósticos.

1.1.4 Enfoques de pronósticos

Según Schroeder & Meyer (2005) existen dos enfoques para pronosticar, el cuantitativo y el cualitativo. Para un mejor entendimiento, se tiene las siguientes definiciones:

1.1.4.1 Métodos cualitativos

Son aquellos factores que incorporan dentro de su decisión la intuición, las emociones, y experiencias personales para llegar al pronóstico. Así mismo el autor recomienda que este tipo de pronóstico es beneficioso para la introducción de nuevos productos para los cuales no se dispone de una data base y con ello estimar por analogía o en base a los resultados de la investigación del mercado. A continuación, se explicará brevemente los cuatro tipos de métodos cualitativos:

- Método Delphi: está basado en rondas de recopilaciones anónimas de datos realizados por un grupo de integrantes, se realiza varias rondas en las que se comparte los pronósticos por cada integrante, y en las cuales se realiza una retroalimentación de la data, hasta que en las últimas rondas ya los integrantes no ajustan sus resultados sino por el contrario existe la tendencia de que los pronósticos converjan dentro de un rango de valores pronosticados.
- Encuesta en el mercado: dirigido a los clientes y potenciales consumidores, en la cual se rescata data de su plan de compra a futuro, asimismo se incluyen respuestas del cliente vía telefónica, correo o internet.
- Analogía del ciclo de vida: La predicción se basa en el ciclo de vida del producto en la cual se estiman las ventas esperadas.

- Criterio informado: El pronóstico es realizado por un grupo de personas, que, en base a su experiencia, presentimiento o hecho emiten un juicio esta acción es normalmente es realizada por un grupo de administradores.

1.1.4.2 Métodos cuantitativos

Schroeder & Meyer (2005) afirman que a diferencia de los métodos cualitativos los métodos cuantitativos se basan en modelos matemáticos que emplean data histórica disponible con el fin de pronosticar y, que existen dos categorías para los métodos cuantitativos: causales y series de tiempo.

Métodos causales: Según estos métodos incorporan los factores externos e internos que podrían repercutir en la cantidad a pronosticar, uno de los más comunes es la regresión lineal.

- **Regresión lineal**

Krajeski & Ritzman (2008) sostiene que el modelos de regresión lineal se basan en estimar en base a una variable independiente “y” con la finalidad de calcular la variable dependiente ; es decir el pronóstico de la demanda. Por lo tanto, la fórmula es la siguiente:

$$y = a + bx$$

donde,

y = variable dependiente

a = intersección con el eje Y

b = pendiente de la recta de regresión

x = variable independiente

El autor menciona que el gráfico de regresión lineal ofrece tres instrumentos de precisión del pronóstico entre ellos el: coeficiente de correlación, coeficiente de

determinación de la muestra y el error estándar del estimado, los cuales serán explicados a continuación:

El coeficiente de correlación de la muestra, el cual mide la dirección y la fuerza de relación entre la variable dependiente e independiente se denota con la letra r y su valor fluctúa entre -1 y $+1$ siendo el valor más cercano a $+1$ la relación más fuerte entre la variable independiente y dependiente es decir un incremento o decremento de la variable independiente va acompañado por un cambio de la variable dependiente en la misma dirección, mientras que el valor -1 por el contrario significa que los decrementos en la variable “ x ” generan un incremento en la variable “ y ” o de manera viceversa, por último el valor de 0 significa que no existe relación entre ambas variables.

El coeficiente de determinación de la muestra calcula la variación entre la variable dependiente respecto a su valor medio, y la fórmula brindada por el autor indica que es igual al cuadrado del coeficiente de correlación dando como resultado valores entre 0 y 1 , siendo los valores más adyacentes al 1 como los más apropiados ya que indica que los cambios entre la variable dependiente e independiente están fuertemente relacionados, lo que permite una estimación más fina y cercana a la realidad.

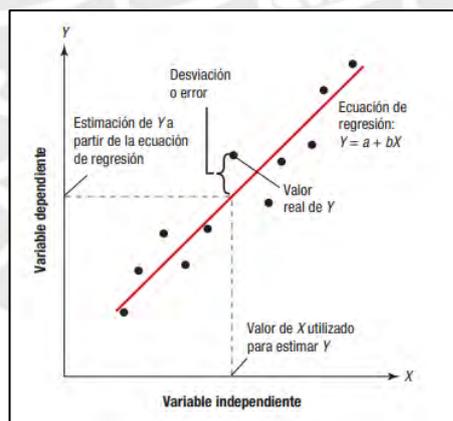


Figura 2: Regresión lineal

Fuente: Krajewski & Ritzman (2008)

Finalmente, el error estándar del estimado calcula la cercanía con que los datos de la variable dependiente se conglomeran en torno a la línea de regresión, por consiguiente, la medida de precisión es calculada a través de desviación estándar de la diferencia de

la demanda real y el pronóstico obtenido con la ecuación de regresión. En el análisis de decisión para elegir que variable independiente usar se debe priorizar la cual cuente con el menor error posible.

- **Métodos de serie de tiempo:** este método usa información histórica de la variable dependiente y se basa en el supuesto que el patrón de esta variable será repetida en el futuro.

Según Chopra & Meindl (2008) existen 4 tipos de métodos: promedio móvil, suavizamiento exponencial simple, con corrección por tendencia y con corrección a la tendencia y estacionalidad.

- **Promedio móvil:**

Este método es útil cuando los patrones de la variable histórica de la demanda no presentan tendencia ni estacionalidades y utiliza un periodo móvil de “n” periodos en las cuales se emplean las últimas datas históricas para realizar el pronóstico de la demanda.

Siendo la fórmula de la estimación:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las } n \text{ última demandas}}{n}$$

Donde

F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t + 1$

- **Suavizamiento exponencial simple:**

Este método se encuentra adecuado de aplicar cuando se carece de tendencia o estacionalidad en la demanda histórica y se cuenta con pocos registros históricos, es semejante a un promedio móvil ponderado, pero más refinado ya que cuenta con un factor de ponderación.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t)$$

Donde:

F_t : Pronóstico en el periodo t.

D_t : Demanda real en el periodo t.

α : El coeficiente de suavización que se sitúa entre valores de 0 y 1, un α cercano a 0 da como resultado un pronóstico más estable y con menos sensibilidad al cambio.

- **Suavizamiento exponencial**

Chopra & Meindl *et allí* (2008) menciona que este método es adecuado cuando se observa en la demanda un patrón de tendencia ya sea incremental o decremental con excepción de considerar la estacionalidad.

$$FIT_t = F_t + T_t$$

$$F_t = \alpha(A_{t-1}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Donde:

F_t : Pronóstico suavizado exponencialmente de la serie de datos en el periodo de t.

T_t : Tendencia suavizada exponencialmente en el periodo t.

A_t : Demanda real en el periodo t.

α : Constante de suavización para la media, valores entre 0 y 1.

β : Constante de suavización para la tendencia, valores entre 0 y 1.

- **Suavizamiento exponencial con corrección a la tendencia y estacionalidad:**

Este método es recomendado cuando el patrón presenta tendencia y un comportamiento estacional, donde el pronóstico es un promedio ponderado del valor observado y del pronóstico anterior.

$$F_t = \alpha \left(\frac{A_t}{S_t} \right) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1})$$

$$S_{t+p+1} = \gamma \left(\frac{A_t}{F_t} \right) + (1 - \gamma)(S_t)$$

Donde:

A_t : Demanda real en el periodo t.

F_t : Pronóstico suavizado exponencialmente de la serie de datos en el periodo de t.

T_t : Tendencia suavizada exponencialmente en el periodo t.

α : Constante de suavización para la media, valores entre 0 y 1.

β : Constante de suavización para la tendencia, valores entre 0 y 1.

γ : Constante de suavización para la tendencia, valores entre 0 y 1.

S_t : Factor estacional en el periodo t.

1.2 Gestión de almacenes

Previo al comienzo de desarrollo del capítulo se abordará la terminología “almacén”, la cual será empleada recurridamente en el desarrollo del trabajo de investigación. Terminología que es definida por García como: “un espacio para lograr economías potenciales e incrementar las utilidades en la empresa” (García 1984: 45). Y propiamente dicho es un medio físico en el que se albergan inventarios para satisfacer la demanda, logrando de esta manera llegar al consumidor final con el objetivo de generar un margen de ganancia. Así el mundo ágil y cambiante ha exigido a través del tiempo a las empresas que mejoren la administración y gestión de existencias en el

espacio físico, por lo que en el siguiente acápite se desarrollarán temas relacionados a la gestión del espacio físico en las empresas.

1.2.1 Principios básicos en un almacén

Asimismo, García (1984) menciona que los principios básicos del almacén son 15 dentro de los cuales se listarán los 7 principales.

1. La custodia de los materiales o productos deben estar bajo responsabilidad de una sola persona en almacén.
2. Se deben asignar funciones de recepción, registro, revisión, almacenamiento y despacho al personal del almacén para un llevar un correcto control de inventarios.
3. El acceso hacia el almacén debe ser a través de una única puerta, una para la entrada y otra para la salida, pero ambas bajo control.
4. Es indispensable contar con un registro diario para el control de entradas y salidas.
5. Debe existir comunicación entre las áreas de control de inventarios, área de compras, producción, contabilidad, áreas que dependen de la exactitud de las existencias en el almacén.
6. La ubicación de los materiales no debe complicar su obtención.
7. La distribución o diseño del almacén debe favorecer el control de los materiales.

Una vez claro los conceptos básicos con los que debe contar un almacén se procede a la configuración general del espacio físico, por lo que el siguiente paso consiste distribuir las zonas de almacenamiento, estantes y pasillos para ello se empleará el término “layout” para la distribución del espacio.

1.2.2 Layout del almacén

Carreño (2011) menciona que el layout responde a la distribución de las zonas de almacenamiento dentro del almacén razón por la cual tiene ser diseñado a favor de

contar con un flujo efectivo de los materiales. El autor ratifica que es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos para un buen diseño del layout.

- Características de los materiales y/o productos: volumen y peso.
- El diseño del almacén debe cubrir las necesidades de la empresa y orientados al almacenamiento y flujo efectivo de los materiales.
- Las estanterías de almacenamiento y equipos de manipulación a emplear.
- Las metas futuras de crecimiento de la empresa.

La elección del diseño del layout a elegir dependerá de la necesidad y requerimiento de la empresa de tal manera que se pueda organizar el flujo de materiales en el almacén para lo cual se abordarán diseños opcionales para el layout.

1.2.3 Diseños de Layout

Frazelle (2007) propone tres modelos de layout para un almacén y los beneficios en cada uno de ellos.

1.2.3.1 Flujo en forma de U

Es la más empleada en el diseño de almacenes y está vinculada al ciclo de almacenamiento, el flujo comienza en la recepción, sigue hasta el almacenamiento luego a la preparación del pedido y finalmente termina con la expedición, como se muestra en la Figura 3.

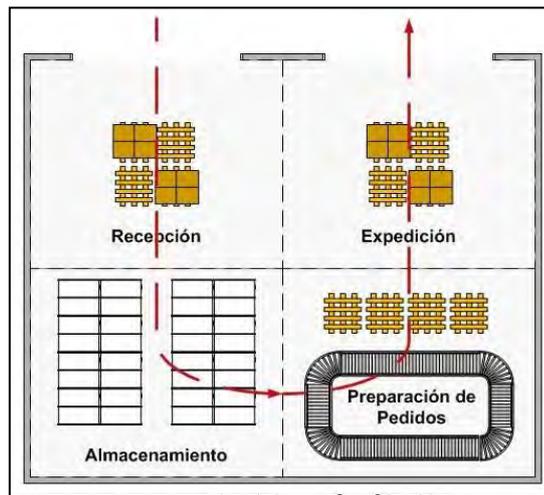


Figura 3: Flujo en forma de U

Fuente: Salazar (2019)

Frazelle (2007) menciona los principales beneficios de este diseño.

- Contar con un solo muelle para la recepción y despacho de materiales favorece en el ahorro de espacio que puede ser empleado por otras necesidades de almacenamiento u operatividad del almacén.
- Permite combinar la recepción y despacho de materiales ya que los ciclos de trabajo se ejecutan con cargas completas y con ello la utilización de los recursos como equipos de manipulación sean más óptimos.
- Pone a disposición la utilización del recurso de la bahía (supervisores, puertas y equipos) dado que la recepción y despacho comparten el mismo espacio.
- Incrementa la seguridad del espacio de almacenamiento dado que se cuenta con un acceso destinado para la entrada y otro para la salida de los materiales.
- Permite aprovechar el almacenamiento ABC.

1.2.3.2 Flujo en línea recta

La Figura 4 muestra la distribución en línea recta la cual es empleada cuando el flujo es directo o las cuotas de recepción y expedición coinciden. La principal desventaja de

este diseño es que no se acomoda al almacenamiento ABC y a los movimientos combinados de las unidades de manipulación como son los montacargas.

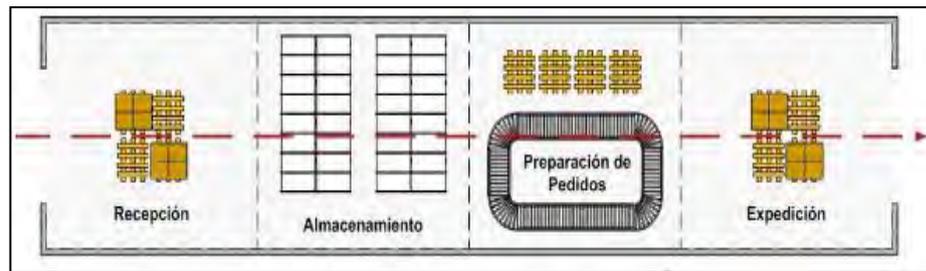


Figura 4: Flujo en línea recta

Fuente: Salazar (2019)

Principales beneficios:

- Recorrido del almacén hacia un solo sentido
- Ciclo de carga completa siempre y cuando los picos de recepción y expedición armonicen.
- Útil para grandes volúmenes de recepción y despacho con flujo directo.

1.2.3.3 Diseño de columna modular

Esta modalidad de almacenamiento es adecuada para operaciones de gran magnitud en donde los procesos son tan extensos que requieren espacios independientes. Por ejemplo, espacios con aire acondicionado, espacios de poca altura con equipos de separación de alta velocidad, para mayor detalle ver Figura 5.

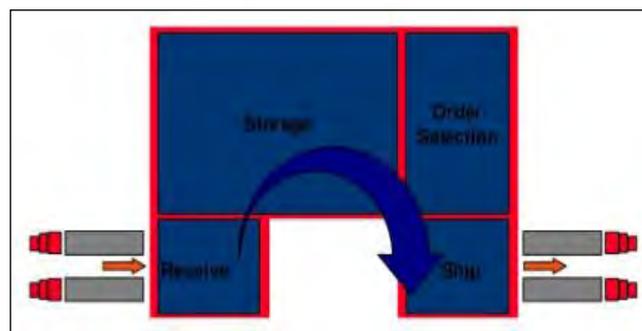


Figura 5: Flujo modular

Fuente: Zona logística (2013)

Su principal ventaja es su flexibilidad de expansión con mínima interrupción, en contraparte su costo en instalaciones físicas es el más alto. Una vez configurado la distribución del espacio físico mediante el layout, se pasará a abordar el tema de optimización de las operaciones en el almacén para lo cual se empleará métodos de ubicación de existencias.

1.2.4 Métodos de ubicación de existencias

Anaya (2007) hace referencia a dos conceptos importantes para ubicar las existencias en el almacén: el principio de popularidad, y sistemas de posicionamiento y localización de los productos.

1.2.4.1 Principio de popularidad

El fundamento se basa en que una reducida cantidad de productos equivale la mayor parte (80%) de la manipulación en el almacén, ello sin considerar el valor de venta, y el resto de skus (Stock Keeping Unit) representan un 20% del total de las manipulaciones. Por lo que se sugiere que el sistema de localización de stocks sea el más eficiente mediante la asignación de espacios que contribuyan a la reducción de traslados para la elaboración del pedido o el flujo que recorrerá el producto, para ello se utiliza el análisis ABC.

Según este análisis se puede clasificar los productos a almacenar en tres grandes grupos:

- Artículos con alta rotación (A)
- Artículos con media rotación (B)
- Artículos de lenta rotación (C)

Por consiguiente, la localización de artículos A debe estar lo más cercano a la zona de despacho, luego los artículos B y por último los C, como muestra la Figura 6:

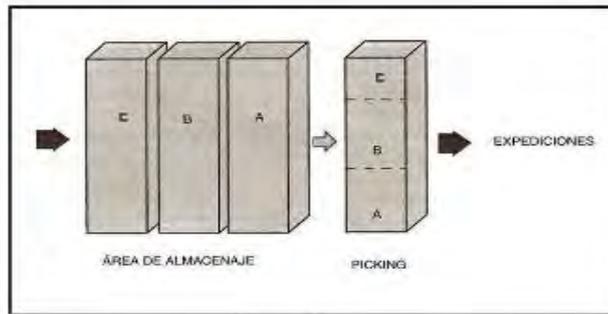


Figura 6: Ubicación según popularidad

Fuente: Anaya (2007)

Esta ubicación de existencias bajo el principio de popularidad permite contar con productos de mayor actividad en un tiempo reducido lo cual facilita al proceso de picking ya que se obtiene de forma directa las existencias evitando así la pérdida de tiempos en la localización de ubicaciones y un menor empleo de recursos lo cual evita un costo adicional en los procesos, con ello se obtiene una optimización en las operaciones dentro del almacén.

1.2.5 Sistema de posicionamiento y localización

Anaya (2007) afirma que existen dos maneras de localizar en el almacén: sistema de posición fija y posición aleatoria.

1.2.5.1 Posición fija

Cada SKU se encuentra en una ubicación permanente dentro del almacén, por lo cual cuando queda un hueco vacío debe ser asignado para otro producto.

Ventaja e inconveniente

- Facilita la localización de stocks e identificación del producto.
- Necesita más espacio cuando existen altos niveles de stock.
- Falta de flexibilidad.

1.2.5.2 Posición aleatoria

Esta opción de ubicación de existencias contempla asignar espacios según disponibilidad de espacios, es decir si está vacío se asigna la ubicación al producto que requiera un espacio dentro del almacén.

Ventajas

- Reducción del espacio necesario.
- Alto rendimiento del almacén si se usa software de localización automática (reduce tiempos de atención creando rutas de recojo)
- La ubicación de stocks se torna más flexible y fácil para el mantenimiento.

Una vez aterrizado los temas de distribución del espacio físico y de optimización de las operaciones mediante la ubicación de existencias, en el siguiente acápite se abordarán temas relacionados a la forma de almacenamiento mediante el uso de herramientas físicas como estanterías para almacenamiento.

1.2.6 Formas tradicionales de almacenamiento

Frazelle (2007) menciona que las formas conocidas de almacenamiento son los siguientes:

- Arrume de tarimas
- Estantería de profundidad simple
- Estante de tarima de doble profundidad
- Estante drive in
- Estante drive-through

A continuación, se describirán cada uno de ellos.

1.2.6.1 Arrume de tarimas

El modo de almacenamiento consiste en bloques de almacenamiento compuestas por rumas de productos en las que se encuentran los materiales encimados uno sobre uno y almacenados sobre el piso. La altura del bloque o ruma está determinada por los siguientes factores:

- Límites de seguridad tolerables
- Simplicidad y viabilidad para la estiba de la carga
- Peso de la carga
- Condiciones de la tarima
- Temperatura
- Compresión de la carga

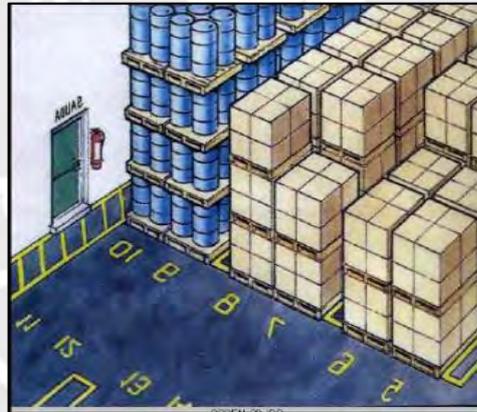


Figura 7: Apilamiento compacto, arrume de tarimas

Fuente: Macías (2019)

1.2.6.2 Estantería de tarima de profundidad simple

Este tipo de estantería está compuesto por listones de metal que dan acceso directo a los SKU (Stock Keeping Unit) o traducido al español “código de artículo”, cada estante sirve de apoyo para cada carga unitaria lo cual implica que se puedan estibar varios SKU, en la misma columna vertical de la estantería.



Figura 8: Estantería de profundidad simple

Fuente: Sandoval (2019)

1.2.6.3 Estante de tarima de doble profundidad

Son estantes con doble acceso para la obtención del SKU, en la actualidad son los más usados y es que en contraste con el de profundidad simple generan una reducción de espacio en los pasillos.



Figura 9: Estante de doble profundidad

Fuente: Sistemas y proyectos S.A (2019)

1.2.6.4 Estante tipo drive in

Han sido creados para la reducción de espacios dado que su fila de almacenamiento está compuesto por 5 a 10 cargas de profundidad y de 3 a 5 cargas de altura, la estantería cuenta con un acceso en un solo sentido para el montacarga, por consiguiente

se emplea el método de almacenamiento LIFO (Last In , First Out) es decir el último producto que entra “D” es el primero en salir. Este tipo de estantería es más aconsejable para un producto estacional o de alta cantidad de SKUS iguales.

Orden de almacenamiento: A,B,C,D

Orden de retiro: D,C,B,A

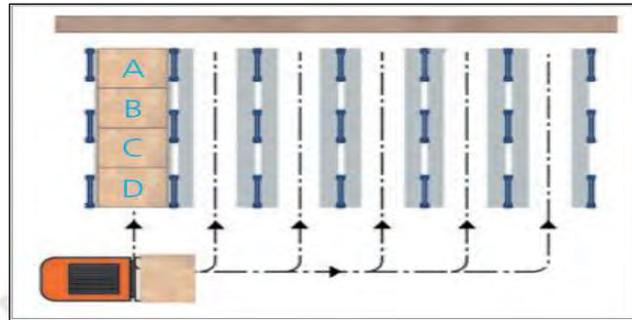


Figura 10: Estantería drive-in

Fuente: Sistemas y Proyectos S.A (2019)

1.2.6.5 Estante tipo drive through

Este modelo es similar a un drive in pero con la diferencia que cuenta con acceso por ambos lados de la estantería por un lado se almacena y por el otro se retira normalmente este modelo emplea un sistema con rodillos y el sistema FIFO (First In, First Out), es decir el primero que entra es el primero que sale.

Orden de almacenamiento: A, B, C, D.

Orden de retiro: A, B, C, D.

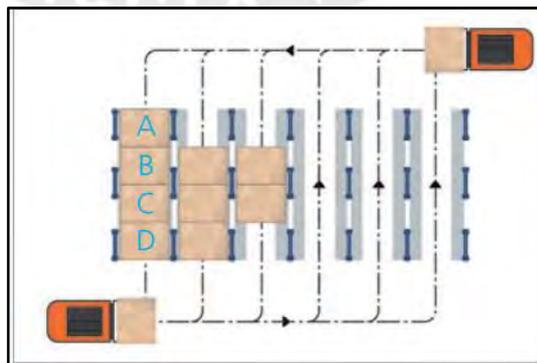


Figura 11: Estantería drive-trough

Fuente: Sistemas y proyectos S.A (2019)

1.2.7 Formas alternativas de almacenamiento

Los sistemas de almacenaje que se describen son los más apropiados cuando se trabaja con estanterías. Se considera este tipo de herramienta como el óptimo y útil, ya que la gran mayoría de las empresas usan las paletas para apilar la mercadería en sus almacenes. Es una forma de mantener a la mercadería segura, ordenada, y de aprovechar al máximo el espacio disponible.

Como ya se ha explicado en el punto anterior, existen varios tipos de sistemas de almacenaje tradicional, hoy en día se busca la reducción de costos de almacenamiento y que en todo almacén se busque la optimización de recursos, principalmente el espacio. Una opción alternativa diferente a los sistemas tradicionales es el sistema de almacenaje móvil, el cual consiste en que la estantería se encuentre sobre rieles lo que permite el desplazamiento horizontal de los bloques de estante y se ahorre espacio.

Según el Escudero (2014) el sistema de móvil se divide en dos categorías: las manuales y la automática, para una mejor comprensión el autor detalla cada una de ellas:

La estantería móvil manual se da cuando: “El movimiento se realiza por medio de un volante adosado en el lateral de cada estantería. El volante, a su vez, va unido a un sistema de tornillo sinfín colocado en los raíles que están enterrados en el suelo. Como la movilidad se realiza manualmente, la carga máxima que admiten oscila entre 6000 y 8000 kg” (Escudero 2014: 98-99).



Figura 12: Armario móvil manual

Fuente: Escudero (2019)

Por otro lado, de una estantería móvil automática se puede decir que: “Están provistas de motores eléctricos instalados en las propias estanterías o en los raíles. Estos motores mueven un sistema de tornillo sinfín que produce el movimiento de las estanterías.” (Escudero 2019:98-99).

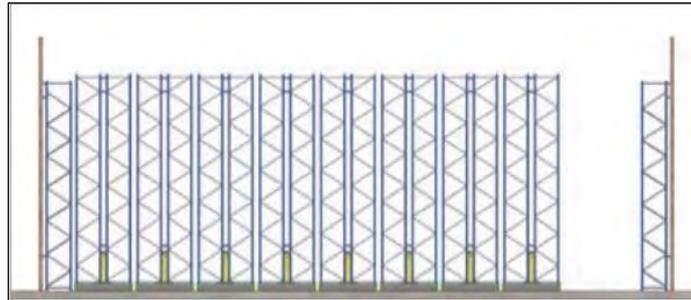


Figura 13: Almacén de palatización sobre bases móviles

Fuente: Sistemas y proyectos (2019)

Finalmente, para completar los equipos y dispositivos que son usados como recursos en las operaciones de los almacenes se recurrirá a los medios de manutención para la gestión en almacenes.

1.2.8 Medios de manutención para el almacenamiento

Entiéndase que los medios de manutención, está comprendido por los medios técnicos, los instrumentos y la maquinaria utilizada para la manipulación y el traslado de los productos y/o materiales del almacén. Es importante recalcar que, la diversidad de medios de manutención que se puedan adquirir dependerá del tamaño del almacén, el ancho de los pasillos, y la altura máxima del espacio físico.

En resumen, existe una gran variedad de medios de manutención, para el almacenaje y el transporte interno que se lleva a cabo en un almacén. Según Anaya (2007) se definen en dos categorías, la primera es para realizar un transporte vertical (*Ver Figura 14*) y la segunda categoría es para el transporte horizontal (*Ver Figura 15*).



Figura 14: Medios de manipulación para transporte vertical

Fuente: Anaya (2007)

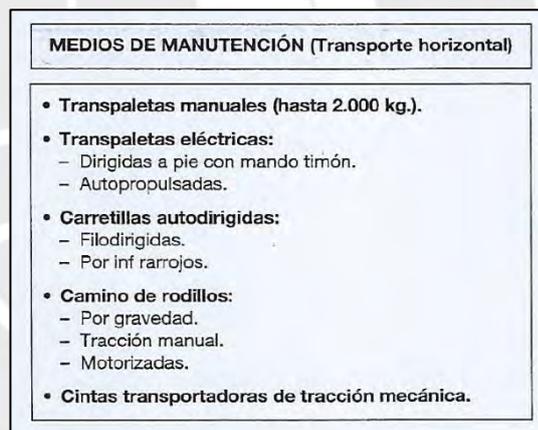


Figura 15: Medios de manipulación para transporte horizontal

Fuente: Anaya (2007)

A continuación, se ahondará sobre los medios de manipulación para traslados verticales, los cuales se clasificará en tres tipos: elevadora convencional, retráctil y máquina trilateral.

1.2.8.1 Elevadora convencional

Uno de los equipos más usados es la elevadora convencional, esta puede ser de mástil fijo o contrabalanceado, la misma requiere un ancho mínimo de pasillo que oscila entre 3 a 3,5 metros para su movilización, y alcanza una altura máxima de 7.5 metros desde la base del pallet.



Figura 16: Elevadora convencional

Fuente: Now Ideas (2016)

1.2.8.2 Elevadora retráctil

Anaya (2007) también menciona que en los almacenes se emplean las elevadoras retráctiles las cuales poseen unas pinzas u horquillas extractoras que se contraen y extienden, esta particularidad permite el manejo de la parihuela sin el desplazamiento de la elevadora. La anchura de los pasillos puede reducirse hasta los 2,5 metros y alcanza una altura máxima de elevación es de aproximadamente 10.7 metros.



Figura 17: Carretilla elevadora retráctil

Fuente: Now Ideas (2016)

1.2.8.3 Máquinas trilaterales

Para colocar la mercadería en un nivel medio superior, se hace uso de las denominadas máquinas trilaterales ya que alcanzan una altura máxima de 17.2 metros. Estas máquinas sujetan el producto con horquillas retractiles posicionándose desde los laterales de la parrilla y en frente de la estantería, de esta manera le da una mayor versatilidad al sistema ya que realizan la manipulación desde un espacio reducido, sin girar la máquina. Este tipo de equipo son técnicamente más complejos y costosos debido a que ofrecen una gran velocidad de traslación y elevación, capacidad de carga y eficiencia de consumo.



Figura 18: Máquina trilateral

Fuente: Torresgal (2019)

El autor refiere que con el fin de hacer un uso óptimo de la maquinaria y lograr la eficiencia en las operaciones de manipulación de mercadería en los almacenes se debe tener en cuenta principalmente tres cosas, la primera es la infraestructura óptimamente diseñada de la estantería, segundo la calidad especial de la solada, y finalmente el completo entrenamiento previo de los operarios. Finalmente se verá los medios de manutención para el traslado horizontal llamados también transportes internos.

1.2.8.4 Transportes internos

Por otro lado, debe mencionarse que las tres tareas primordiales que se llevan a cabo en todo almacén son: el ingreso de mercadería, el picking y la salida de mercadería. El desarrollo de ellas implica la intervención de un recurso principal tal como la mano de obra la cual es asumida por los operarios del almacén.

Según el autor Anaya (2007), existe la utilización de carretillas o transpaletas manuales para el transporte de una carga con un peso no superior a los 200 kg y también existen otros sistemas más complejos y tecnológicos, como los que a continuación se detalla:

- Traspaletas eléctricas, transportadas a pie con el uso de un timón.
- Caminos de rodillos, que emplean tracción manual, gravedad o motor.
- Cintas transportadas, utilizan tracción mecánica.
- Carretillas autodirigidas, no requieren de un conductor.

Los equipos mencionados son dotados por sistemas de seguridad y auditivo para prevenir algún tipo de accidente es por ello que los operarios que empleen este tipo de herramientas de trabajo deben ser capacitados para su uso y deberán contar con el equipo de protección personal que indique el proveedor de la máquina en su manual de instrucciones.



Figura 19: Traspaleta

Fuente: Internaco (2018)

1.3 Estudio de Tiempos

En este acápite se presenta la herramienta de estudio de tiempos para el desarrollo del proyecto.

1.3.1 Definición

El estudio de tiempos, según Kanawaty (1996) es un método que permite medir el trabajo a través del registro de tiempos de una tarea determinada y su ritmo de desarrollo bajo condiciones específicas, con la finalidad de analizar los datos y definir el tiempo necesario para el desarrollo de una actividad bajo un procedimiento estandarizado de ejecución.

Para otros autores como Niebel & Freivalds proponen una mirada interesante:

El estudio de tiempos a menudo se define como un método para determinar “un día de trabajo justo” [...] Esto significa que el empleado debe de aportar un día de trabajo justo por el salario que recibe, con suplementos razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga. Se espera que el trabajador opere con el método prescrito a un paso ni rápido ni lento, sino que pueda considerarse representativo del desempeño de todo el día, por el empleado experimentado y cooperativo (Niebel & Freivalds 2005: 375-376).

1.3.2 Importancia y usos

Con el estudio de tiempos se puede determinar el tiempo de un trabajador que labora bajo óptimas condiciones de trabajo tanto físicas como personales y ambientales. Palacios afirma que la importancia y la finalidad del estudio de tiempos es: “ calcular el rendimiento de máquinas y operarios para estimar la carga apropiada de máquinas y personas, así también permite establecer el ciclo de producción. Cuenta con 3 fases: Diseño de operación nueva o perfeccionada, instalación, ajuste, aprendizaje y verificación y estudio de tiempos estándar o representativo” (Palacios Acero 2009: pp.182).

1.3.3 Técnicas para el diseño de métodos para el estudio de macro métodos

1.3.3.1 Diagrama de operaciones

Según Currie (1979) un diagrama de operaciones es aquella representación gráfica de las entradas de materiales de una secuencia dentro de un procedimiento y en la que se considera las operaciones e inspecciones asociadas, por lo que se utilizan dos símbolos en representación.

“Cada operación que se requiere para la fabricación de un producto se representa a través de un círculo, comenzando con la introducción materia prima al principio y de los insumos a lo largo del proceso” (Meyers 2000: 52). (Ver Figura 20).

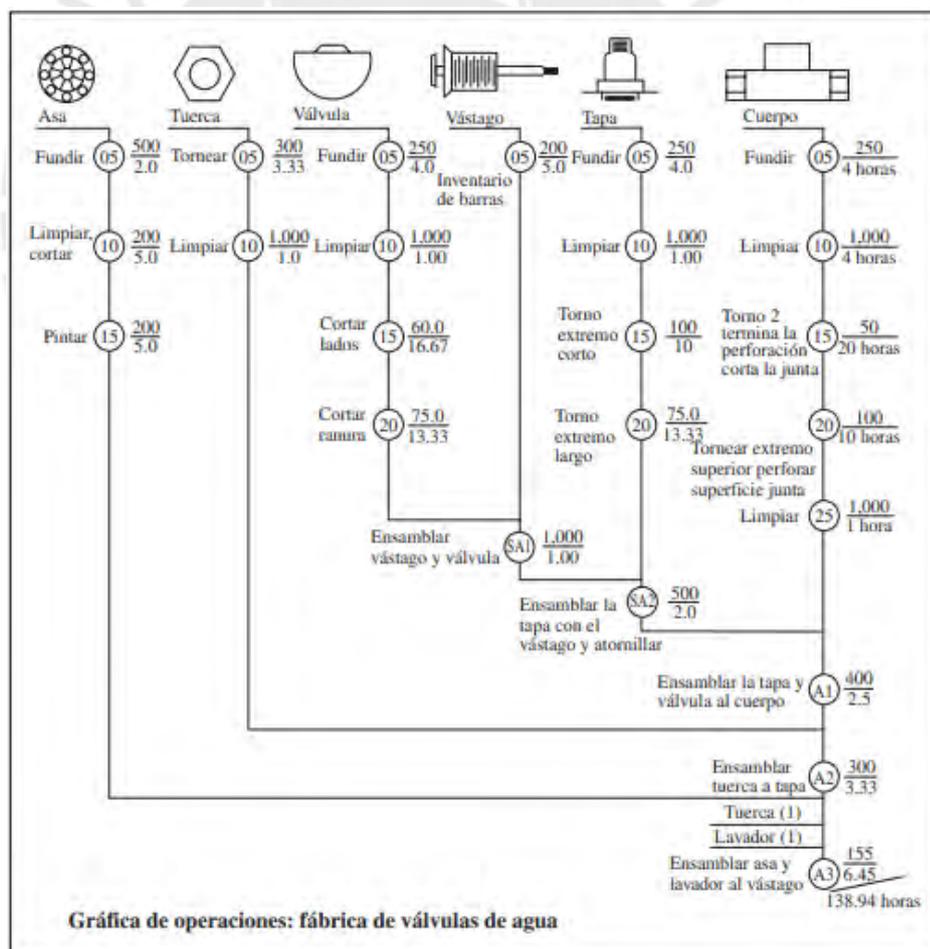


Figura 20: Diagrama de operaciones

Fuente: Meyers (2000)

1.3.3.2 Diagrama de procesos o actividades

Este diagrama es una ampliación del diagrama anterior porque presenta el proceso en cuanto a eventos que afectan al material que se desarrolla, o también haciendo referencia a las actividades del trabajador o del uso de equipos de trabajo. Pueden llegar a representar actividades de dos o más trabajadores en simultáneo.

- Operación (símbolo círculo): produce, logra, extiende el proceso
- Transporte (símbolo flecha): recorre.
- Almacenaje (símbolo triángulo): retiene, mantiene o almacena
- Demora (símbolo D): interfiere o retrasa
- Inspección (símbolo cuadrado): verifica la cantidad y/o la calidad. (Ver *Figura 21*)

1.3.3.3 Diagrama de recorrido

Para Meyers (2000) los diagramas de flujo o recorrido ilustran la trayectoria que recorre la unidad a producir desde la recepción y almacenamiento de los materiales, la fabricación en cada puesto de trabajo, el almacenamiento y el despacho del producto terminado. Los recorridos son dibujados en la distribución de la planta y se emplean los mismos símbolos vistos en el diagrama de actividades visto en el punto 1.3.3.2.

Ubicación: Dorben Co.		Resumen			
Actividad: Inspección en campo de LUX		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha: 4-17-97		Operación	7		
Operador: T. Smith Analista: R. Ruhf		Transporte	6		
<i>Encierre en un círculo el método y tipo apropiados</i> Método: <u>Presente</u> Propuesto Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Retrasos	2		
		Inspección	6		
		Almacenamiento	0		
Comentarios		Tiempo (min)	32.60		
		Distancia (pies)	375		
		Costo			
Descripción de los eventos		Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Bajarse del vehículo, caminar hacia la puerta frontal, tocar el timbre.		○ → D □ ▽	1.00	75	Llamar a casa con antelación para reducir la espera.
Esperar, entrar a la casa.		○ → D □ ▽			
Caminar hacia el depósito en el campo.		○ → D □ ▽	.25	25	
Desconectar el depósito de la unidad.		○ → D □ ▽	.35		
Inspeccionar si hay abolladuras, rupturas en el envoltorio, vidrio roto o hardware faltante.		○ → D □ ▽	1.25		Esto puede hacerse mientras se camina de regreso al vehículo.
Limpiar la unidad con un limpiador y desinfectante aprobado.		○ → D □ ▽	2.25		Esto puede hacerse de una manera más eficiente en el vehículo.
Regresar al vehículo con el tanque vacío.		○ → D □ ▽	1.00	75	
Quitar el seguro del vehículo, colocar el tanque vacío en su base y conectar el hardware.		○ → D □ ▽	1.75		
Abrir la válvula; comenzar a llenar.		○ → D □ ▽	.25		
Esperar a que se llene el tanque.		○ → D □ ▽	12.00		Limpiar la unidad mientras se está llenando.
Verificar que el humidificador funcione correctamente.		○ → D □ ▽	.5		Eliminar. No es necesario hacer esto dos veces.
Verificar la presión (indicador).		○ → D □ ▽	.2		
Verificar el contenido del tanque (indicador).		○ → D □ ▽	.2		
Regresar con el paciente con el tanque lleno.		○ → D □ ▽	1.10	100	
Conectar al tanque lleno.		○ → D □ ▽	1.00		
Verificar que el humidificador funcione correctamente.		○ → D □ ▽	.75		
Esperar al paciente para retirar la cánula nasal o máscara facial.		○ → D □ ▽	2.00		
Instalar una nueva cánula nasal o máscara facial.		○ → D □ ▽	2.50		
Verificar los flujos del paciente.		○ → D □ ▽	2.25		
Colocar la etiqueta con la inspección inicial y la fecha.		○ → D □ ▽	1.00		Llevar a cabo esta tarea mientras la unidad se está llenando.
Regresar al vehículo.		○ → D □ ▽	1.00	100	

Figura 21: Diagrama de procesos

Fuente: Niebel & Freivalds (2005)

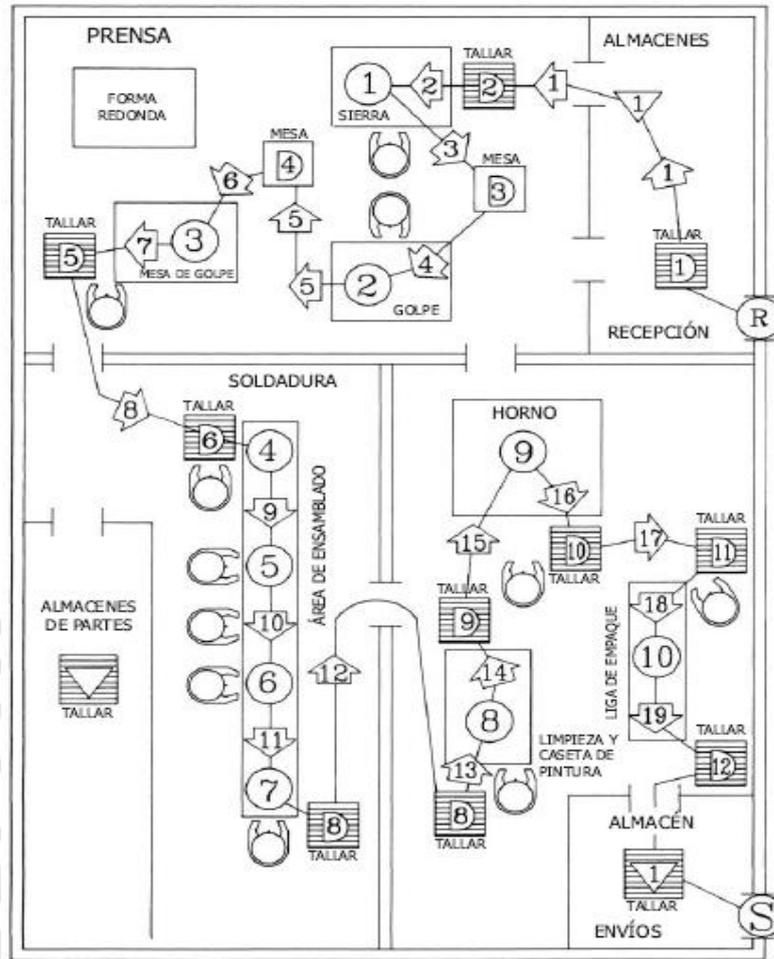


Figura 22: Diagrama de recorrido

Fuente: Meyers (2000)

1.3.4 Técnicas para el diseño de métodos para el estudio de micro métodos

1.3.4.1 Diagrama operador/máquina

Este diagrama muestra el vínculo entre dos personajes: el operario y la máquina, mediante la representación de cada elemento que emplea las actividades, en un lado se coloca los elementos de una actividad y en el otro lado se colocan los elementos de la otra, sin embargo, mantiene una alineación de tiempo para poder visualizar lo que hace cada uno en cada momento a lo largo de un periodo de trabajo. (Meyers, 2000: 82-83). (Ver Imagen 23)

Diagrama del proceso del trabajador y de la máquina

Tema del diagrama Fresado de ranura en el sujetador de un regulador **Diagrama No.** 807
Dibujo núm. J-1492 **Parte núm.** J-1492-1 **Diagrama del método** Propuesto
Comienzo del diagrama Carga de máquinas para fresado **Diagramado por** C.A. Anderson
Término del diagrama Descarga de los sujetadores fresados **Fecha** 8-27 **Hoja** 1 **de** 1

Descripción del elemento	Operador	B.&S. Hor. Mill	
		Máquina 1	Máquina 2
Parar la máquina núm. 1	.0004		
Regresar la mesa de la máquina núm. 1, 5 pulgadas	.0010	Unloading .0024	
Aflojar las mordazas, remover la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 1)	.0010		Mill slot .0040
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 1	.0018		
Arrancar máquina núm. 1	.0004	Loading .0032	
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 1	.0010		Idle
Caminar hacia la máquina núm. 2	.0011		
Detener la máquina núm. 2	.0004		
Mesa de retorno máquina núm. 2 5 pulgadas	.0010	Mill slot .0040	
Aflojar las mordazas de la máquina, quitar la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 2)	.0010		Unloading .0024
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 2	.0018		
Poner en marcha máquina núm. 2	.0004		Loading .0032
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 2	.0010	Idle	
Caminar hacia la máquina núm. 1	.0011		
Tiempo ocioso por ciclo	.0000	Horas ociosas de la máquina núm. 1	.0038
Tiempo de hombres trabajando por ciclo	.0134	Horas productivas de la máquina núm. 1	.0096
Horas hombre por ciclo	.0134	Tiempo del ciclo de la máquina núm. 1	.0134
	Horas ociosas máquina núm. 2	.0038	
	Horas productivas máquina núm. 2	.0096	
	Tiempo de ciclo de la máquina núm. 2	.0134	

Figura 23: Diagrama operador máquina

Fuente: Niebel & Freivalds (2005)

1.3.4.2 Sistemas estándares de tiempo predeterminados

Este método hace referencia a la sumatoria de las estimaciones de tiempo estándar obtenidas mediante la asignación de tiempos a cada patrón de los movimientos establecidos en un puesto de trabajo; con el propósito de dimensionar el equipo, espacio y el requerimiento de personal para el desarrollo del producto que está planificando la empresa; así como también ayudar a determinar el precio de venta del mismo. Para determinar este estándar de tiempo Meyers indica que: “se debe de sumar el resultado de las tablas de cada uno de los 17 elementos de trabajo: transportar, transportar cargado buscar, seleccionar, tomar, reubicar, colocar, ensamblar, desensamblar, soltar la carga, usar, sujetar, inspeccionar, retraso evitable, retraso inevitable, planear y descansar para recuperarse de la fatiga (Meyers 2000: 37-38).

1.3.4.3 Estudio de tiempos por contómetro

Según Meyers (2000) esta técnica hace referencia a la toma de tiempos mediante el uso de un equipo para determinar de manera precisa el tiempo de una operación. Para la medición de tiempo es necesario contar con los cronómetros los cuales miden en minutos decimales, horas decimales y en cienmilésimas de minuto.

Por otro lado, Palacios explica que, “para el desarrollo de un estudio de tiempos, además del cronómetro, es necesario precisar con un tablero de observaciones y formularios de estudio de tiempos” (Palacios 2009: 194).

Pasos preliminares que propone el autor:

- Establecer comunicación con las personas involucradas en el estudio de tiempos (operarios, supervisores, etc.)
- Revisar si el método, las herramientas, y las condiciones de trabajo corresponden a las especificaciones establecidas por el área, de existir ineficiencias corregirlas inmediatamente.
- Anotar información que involucre a la operación: mano de obra, producto, método, máquina, y condiciones.

- Segregar el ciclo de trabajo en sus distintos componentes.
- Recopilar data de la toma de tiempos y al calificar al operador.
- Procesar la data
- Hallar el tiempo característico o promedio, resultante de la medición.
- Aplicar el porcentaje de tiempo suplementario
- Establecer el margen de error
- Presentar los resultados

Muestreo del trabajo:

Palacios afirma que: “El muestreo tiene por objeto, estimar la proporción del tiempo del trabajador que dedica a actividades productivas e incluye los siguientes pasos: determinar qué actividades son trabajo y cuáles no y observar la actividad de intervalos instantáneos, intermitentes, espaciados y al azar, evitando que el operador prevea las observaciones” (Palacios 2009: 189)

Técnicas:

- Estudio de razones o proporciones elementales

Para este estudio se compara cualquier actividad que genere o no genere valor con el tiempo total -por ello esta técnica tiene dicho nombre- permitiendo hallar el porcentaje de tiempo que necesita cada componente del trabajo.

Para el desarrollo de esta técnica Palacios (2009) plantea que se cuenta con el siguiente procedimiento: 1) identificar al sujeto, 2) determinar el nivel de exactitud y confianza, 3) determinar el tamaño de muestra, 4) reunir los datos y 5) análisis y conclusiones.

- Estudio de muestreo de desempeño

“La observación de un operador ocurre en un momento, y es en ese momento cuando el observador debe juzgar la velocidad y ritmo de aquel. Tal velocidad y ritmo varían según el trabajador, y aun este mismo exhibe diferencias de un

instante al otro” (Meyers 2000: 217). Una vez realizado este proceso, de la suma de observaciones del trabajo normalizado se divide entre el total de todas las observaciones.

- Estudio de muestreo de estándares de tiempo

Según Meyers (2000) esta técnica sirve para determinar con rapidez y exactitud estándares de tiempo. Al igual que las dos anteriores técnicas, se adiciona la cantidad producida y el margen tolerable.

Desde otro punto de vista Palacios da una referencia: “Consiste pues, en la extracción de muestras en forma intermitente y al aza, durante un periodo de tiempo mayor al acostumbrado en el estudio de tiempo por el método del cronometro. [...] El muestreo de trabajo se usa para estimar la jornada en que se distribuye el tiempo (operario o equipo) entre dos o más tipos de actividades” (Palacios 2009: 190)

- Datos estándares

Para Meyers (2000) esta técnica es a partir de los estándares de tiempo anteriores, donde el analista debe de indagar la causa de la variación de las operaciones de trabajo.

Se aprovecha el volumen de tiempos estándares disponible: Se analizan estos estándares para determinar si el tiempo normal para una operación depende de las diversas características de la pieza (tamaño, forma, peso, dureza) en la que se efectúa la operación. [...] Bajo este sistema no es necesario medir directamente, ni observar la operación para poder establecer el estándar, lo único que se necesita es contar con las especificaciones de la pieza. (Palacios 2009: 192)

Estándares de tiempo de opinión experta y datos históricos

Según Meyers “un estándar de tiempo de opinión experta es una estimación hecha por una persona con mucha experiencia del tiempo requerido para hacer un trabajo específico” (Meyers 2000: 43). Sin embargo, esta técnica puede ser poco redituable porque la persona -supervisores o especialistas- hace su trabajo de la misma forma que lo ha hecho siempre, sin establecer metas (estándares de tiempo). Asimismo, los estándares de tiempo no necesariamente reflejan el tiempo que debió de tomar el trabajo.

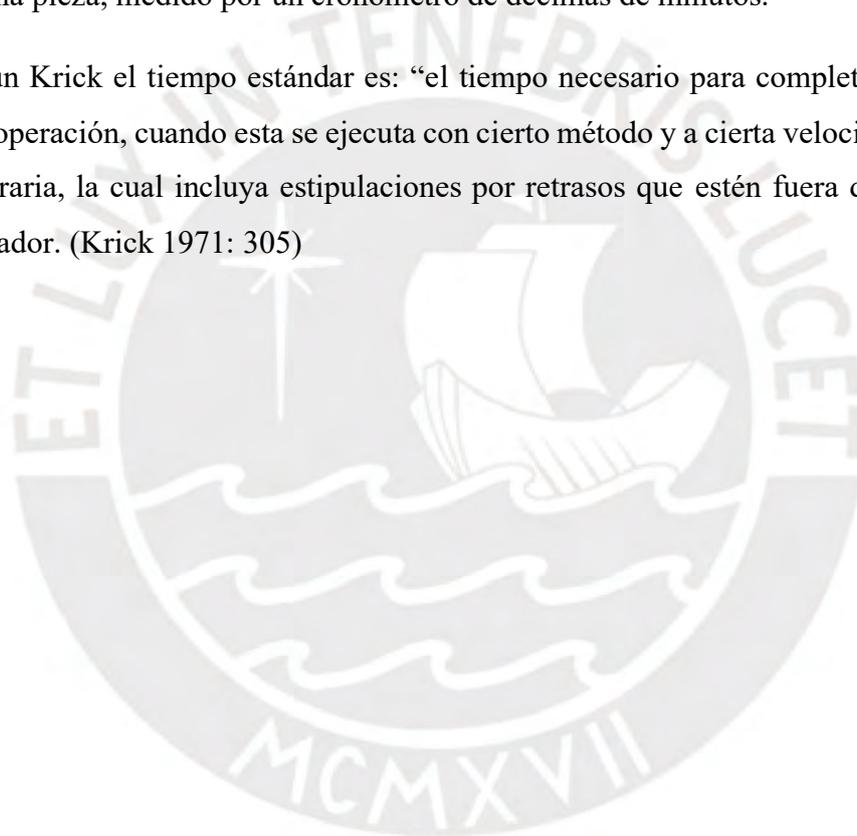
El resultado de este método es la estimación de las necesidades fuera del ciclo de trabajo; teniendo como base la ley de probabilidades.

1.3.4.4 Tiempo estándar

Es aquel tiempo que requiere el trabajador óptimamente capacitado laborando a ritmo normal para la ejecución de una tarea específica.

Este es el tiempo resultado de la suma de los efectivos en minutos para la elaboración de una pieza, medido por un cronómetro de decimas de minutos.

Según Krick el tiempo estándar es: “el tiempo necesario para completar un ciclo de una operación, cuando esta se ejecuta con cierto método y a cierta velocidad de trabajo arbitraria, la cual incluya estipulaciones por retrasos que estén fuera del control del operador. (Krick 1971: 305)



2 CAPITULO 2: ANALISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción general de la empresa

La empresa en estudio tiene más de 70 años de constituida y forma parte del conglomerado de empresas del Grupo Gloria, pertenece al rubro de alimentos y bebidas, y se dedica a la elaboración de productos lácteos, derivados lácteos, enlatados y bebidas.

El posicionamiento de la empresa se sustenta a base del liderazgo de sus marcas en los mercados donde operan. Cuenta con 5 plantas industriales a nivel nacional, siendo el Complejo Huachipa la planta principal donde se elaboran en su mayoría los productos lácteos. Su eficiente capacidad de distribución y transporte le permite llegar al 99.1% de todos los puntos de venta nivel nacional y comercializa sus productos a cerca de 75 a países en el mundo .

Sus pilares de gestión son: Nivel de servicio, innovación, costos, calidad y cantidad.

2.1.1 Logística en la empresa

La empresa cuenta con un área de logística, la cual tiene como función proveer los suministros necesarios en el tiempo y calidad solicitada a todas las unidades operativas de la compañía. Para llevar a cabo esta función, esta misma se subdivide en 4 grandes grupos. A continuación, se detalla cada uno:

2.1.1.1 Logística de entrada

Área de compras: tiene como misión realizar el aprovisionamiento de insumos, materiales y evaluación de precios para los mismos sin perjudicar la calidad y naturaleza que pudiese repercutir en el producto final.

Almacén de Recepción: Sub área destinada a la recepción de materias primas, material de empaque y repuestos.

2.1.1.2 Logística interna

Almacén de Insumos: Abastece a las líneas de fabricación las materias primas en cantidad, calidad y tiempo establecidos.

Almacén de Empaques: Sub área que abastece a las líneas de envasado los materiales de empaque en cantidad, calidad y tiempo establecidos.

Almacén de Repuestos: Abastece al área de servicios generales, Ingeniería, Proyectos y Mantenimiento, para estas puedan ejecutar de manera autónoma sus actividades de mantenimiento, reparación y rediseño a los activos de la empresa.

Almacén de Jabas y Paletas: Sub área encargada de abastecer los activos de giro como parihuelas y jabas, hacia sus clientes internos como son las líneas de producción, almacenes y plantas nacionales.

2.1.1.3 Logística de salida

La empresa en estudio emplea un servicio tercerizado especializado en la gestión de almacenaje, transporte y distribución de todos los productos terminados que se deben brindar hacia las oficinas regionales y por supuesto al consumidor final.

2.1.1.4 Logística inversa

Almacén de Reutilizables: Área encargada de gestionar los desperdicios que salen de las unidades operativas de la empresa, clasifica los desperdicios gestiona su baja contable y los comercializa con la finalidad de generar un beneficio a la empresa.

Almacén de Cambios y Devoluciones: Sub área que se encarga de la recepción de productos fuera de norma para su consumo final y finalmente gestiona su baja contable.

En la siguiente figura (Ver Figura 24), se muestra de manera resumida la composición del área logística en sus 4 grandes ramas.



Figura 24: Subdivisiones del área logística en la empresa

Fuente: Elaboración propia

El trabajo de investigación tiene un alcance definido en la logística interna de la empresa, específicamente en el almacén de jabas y paletas.

2.2 Sistema actual de gestión de almacén jabas y paletas

Definido el objeto de estudio el Almacén de Jabas y Paletas en este apartado se describirá todo lo concerniente a las actividades involucradas que se desarrollan en el almacén, los activos que se manejan y los recursos empleados para cumplir sus objetivos. La sub área tiene como objetivo principal asegurar el correcto abastecimiento de los activos de giro hacia los usuarios internos, clientes locales y externos en calidad de préstamo como consignación y/o comodato.

Existen tres tipos de activos que son gestionados en este almacén: las paletas estándar, ex - importación y las jabas plásticas, cabe recalcar que los activos por su naturaleza tienen un valor contable para la empresa (precio al que fue adquirido), a continuación, se presentarán las características de los mismos.

2.2.1 Parihuelas estándar (EAN)

Plataforma horizontal, con soporte de tablas de madera con separación entre sí (listones) y tacos en la base, que sirve como instrumento para apilar, manipular y facilitar soporte y movilidad a la carga.

Tabla 1: Características de parihuela estándar

Paleta Estándar EAN		
Descripción Técnica:	Sin color	Verde
<ul style="list-style-type: none"> Área: 1.20 x 1.00 m Altura: 14.5 cm Capacidad Carga: 1 -2 tm Tipo de Madera: Roble Peso: 35-40 Kg. Color: Sin color y verde. Usos: producto terminado y materia prima 		

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Parihuelas ex importación

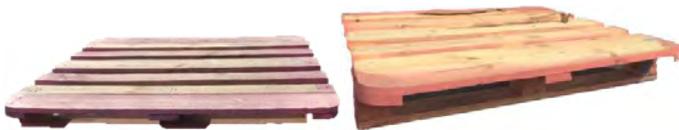
Según la clasificación de las paletas y/o parihuelas, a continuación, se detallará las características, Ver Tabla 2,3 y 4.

Tabla 2: Características parihuelas ex importación parte 1

Paleta New Zeland		
Descripción Técnica:	Azul	Negro
<ul style="list-style-type: none"> Área: 2.20 x 1.16 m Altura: 15 cm Capacidad Carga: 2.5 tm Tipo de Madera: Pino Peso: 40-60 Kg. Color: Azul y Negro Usos: materia primas 		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Características parihuelas ex importación parte 2

Paleta Ex - Importación			
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Área: 1.20 x 1.00 m Altura: 13, 16.5 y 12.3 cm Capacidad Carga: 2.5 tm Tipo de Madera: Pino Peso: 32-40 Kg. Color: Azul Usos: Azúcar, Portola y Pamolsa 	Azul		
	<p>Uso: Azúcar Alto: 13 cm</p>		<p>Uso: Pamolsa -Alto 12.3 cm</p>
	<p>Uso: Portola Alto 16.5 cm</p>		
	Rojo		
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Área: 1.20 x 1.00 m Altura: 15 cm Capacidad de carga: 2.5 tm Tipo de Madera: Pino Peso: 32-40 Kg Color: Rojo Usos: 			
	Rosado		
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Área: 1.20 x 1.00 m Altura: 13.56 cm Capacidad de carga :2.5 tm Tipo de Madera: Pino Peso: 32-40 Kg Color: Rosado 			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Características parihuelas ex importación parte 3

Paleta Ex Importación	
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área: 1.2 x 1.0 • Altura: 12 cm • Capacidad Carga: 2.5 tm • Tipo de Madera: Pino • Peso: 32-40 Kg • Color: Naranja • Usos: materias primas 	<p>Naranja</p> 

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Jabas plásticas

Existen dos tipos de jabas: las queseras y la de color negro, a continuación, se realizará una breve descripción de ambas.

Tabla 5: Especificaciones jabas plásticas

Jabas plásticas	
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área: 52 x 35 cm • Altura: 31 cm • Capacidad de carga: 40 lts • Tipo de plástico: PET virgen • Peso: 2 kg • Usos: Productos refrigerados 	<p>Negra</p> 
<p>Descripción Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área: 60 x 40 c m • Altura: 12.3 cm • Capacidad de carga: 10 lts • Tipo de plástico: PET virgen • Peso: 2 kg • Usos: Productos como quesos y mantequillas 	<p>Quesera</p> 

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar el proceso de estudio se ha utilizado una matriz de priorización basada en cuatro criterios que permiten determinar el proceso que tiene mayor impacto en la organización donde 5 es la puntuación más fuerte en el criterio y por el contrario 1 la más leve. Los criterios y sus pesos respectivos son los siguientes:

- Susceptibilidad al cambio (25%)
- Desempeño (25%)
- Impacto en la Empresa (30%)
- Impacto en el Cliente (20%)

Los pesos de cada criterio fueron proporcionados por el Supervisor de Jabas y Paletas en base al conocimiento que tiene de cada uno de los procesos de tratamiento de los activos de giro, de igual manera la misma persona realizó la valorización de cada criterio en cada proceso.

Tabla 6: Matriz de priorización de activos de giro

MACRO PROCESOS	PROCESOS		CRITERIOS				TOTAL
			Susceptibilidad al cambio	Desempeño	Impacto en la empresa	Impacto en el cliente	
			25%	25%	30%	20%	
Almacén de Jabas y Paletas	T1	Tratamiento de parihuelas estándar	3	5	4	5	4.20
	T2	Tratamiento de parihuelas ex importación	4	4	4	2	3.60
	T3	Tratamiento de jabas plásticas	3	4	4	3	3.55

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de la matriz de priorización de los procesos que gestiona el almacén de jabas y paletas, se obtiene con un puntaje de 4.20 al tratamiento de parihuelas estándar por lo cual se toma este proceso para aprovechar las oportunidades y debilidades latentes y convertirlos en beneficios para la empresa.

2.3 Procesos involucrados en el tratamiento de paletas estándar

Para que una paleta pueda ser otorgada a un cliente interno o externo debe pasar por un proceso de tratamiento compuesto por una serie de actividades los cuales tiene como finalidad común entregar una paleta en condiciones estándar, es decir en las medidas especificadas, sin daño alguno, limpias y fumigadas con un veneno especial para eliminar insectos que puedan refugiarse en la madera.

A continuación, se describirán cada uno de los procesos involucrados en el tratamiento de las paletas.

2.3.1 Descarga de paletas

El área cuenta con una plataforma como transporte para poder abastecer a sus clientes internos dentro del complejo, dicho medio de carga también recoge las paletas que son devueltas por sus clientes dado que ya fueron empleadas para el uso que le dan y necesitan entrar al proceso de tratamiento, la plataforma ingresa al almacén de jabs y paletas y se posiciona a la zona de descarga y carga de paletas. La capacidad máxima del transporte es de 364 parihuelas (26 posiciones en rumas de 14 parihuelas por cada posición).

Tabla 7: Recursos para la actividad de recepción

Recursos	Descripción y cantidad	
Materiales y maquinas	1 Montacarga caterpillar	1 tracto con plataforma
Capital humano:	1 montacarguista y	1 chofer

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Proceso de Selección

Es la parte siguiente a la recepción y en la cual se destinan 3 hr con 30 min para seleccionar 364 paletas que llegan en una plataforma. En esta actividad se separan las paletas que están aptas y las no aptas.

- **Aptas:** Paletas en correcto estado de conservación en el cual no necesita reparación ni lavado, no contiene partes rotas ni por reemplazar, solo necesita limpieza con aire a presión y fumigado para su posterior almacenamiento o despacho
- **No Aptas:** Paletas que se encuentran dañadas en su estructura y/o sucias, las cuales deben ir a la zona de reparación y a la zona de lavado respectivamente.

La actividad de selección se realiza con dos operarios y un montacarguista, los operarios analizan la ruma de paletas (compuesta por 14 unidades) mediante una inspección visual y le indican al montacarguista la posición de la ruma que debe ser extraída, seguidamente los operarios sacan la paleta dañada, así hasta obtener la cantidad de paletas que los 2 operarios consideran no aptas bajo criterios definidos.

Tabla 8: Recursos para la actividad de selección

Recursos	Descripción y cantidad
Materiales y maquinas	1 Montacarga caterpillar
Capital humano:	2 operarios y 1 montacarguista

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Lavado de paletas

Esta actividad se lleva a cabo en la zona de lavado y se destinan dos operarios para que realicen el lavado de las parihuelas empleando una máquina hidro lavadora.

2.3.4 Reparación de paletas

Una vez apiladas las paletas no aptas y que se encuentran dañadas, éstas requieren ser reparadas hasta que cumplan con las especificaciones técnicas, por lo cual deben ser retiradas las piezas dañadas y en su lugar reponer con piezas buenas. A continuación, se explicarán las dos actividades para obtener una paleta apta, es decir en las medidas establecidas y sin daño alguno.

Habilitado

Operación en la cual se retiran las piezas dañadas, en este puesto de trabajo se encuentran 4 operarios y la capacidad de posiciones para rumas ,compuesta por 10 paletas, es de 13 ubicaciones, dando como resultado 130 paletas listas para ser habilitadas. En esta operación cada operario extrae la parte dañada de la paleta y retira los clavos volantes, finalmente apila una ruma de 7 paletas, que luego serán transportadas por él mismo o por el operario de clavado haciendo uso de una estoca hidráulica. Cabe recalcar que una paleta que solo requiere clavado o la inserción de una pieza nueva también es considerada como no apta, por lo cual el operario de esta operación solo inspeccionará la paleta y la encimará en la ruma.

Clavado

En esta operación se encuentran dos operarios reparando paletas EAN y un operario para la reparación de paletas ex importación. El proceso consiste en trasladar desde la zona de habilitado una ruma de 7 paletas y posicionarla en su zona de trabajo (cerca de la pistola neumática de clavado), el operario observa cual es la pieza faltante y coge la pieza correspondiente de su estante de materiales para luego posicionarla y junto con la pistola neumática realizar el clavado. En caso la parihuela solo requiera clavado el tiempo en esta operación es menor. Finalizada la actividad, el operario traslada la paleta reparada a la ruma de aptas, cada operario hace la misma actividad.

- **Observación:**

1) Una vez la capacidad de rumas reparadas es completada, ambos operarios proceden a trasladar las nuevas rumas reparadas mediante una estoca hidráulica hacia la zona contigua a la carpintería, por lo cual se genera una cola de rumas de paletas, obstruyendo el tránsito y que deberían ser apiladas en rumas de 14 parihuelas para ser llevadas a la zona de tratado.

2) La capacidad de rumas dentro de la zona de clavado es variable ya que ambos operarios sobre enciman las paletas a una altura de 10 como máximo, el apilamiento depende de la fatiga de los operarios por la acción de levantar paletas ya que estas pesan en promedio 26 kg cabe recalcar que esta operación no agrega valor en la operación principal.

Tabla 9: Recursos para la actividad de habilitado y clavado

Recursos	Descripción y cantidad
Materiales	Pata de cabra, sierra, clavos, listones gruesos, delgados y tacos.
Máquinas:	3 pistola neumática
Capital humano:	5 operarios y 3 Operarios con uso permitido de herramientas de corte.

Fuente: Elaboración propia

2.3.5 Asperjado de paletas

El montacarguista traslada las parihuelas aptas hacia la zona de asperjado en rumas de 14 parihuelas. El sopleteado y etiquetado son actividades predecesoras para el asperjado de la paleta las predecesoras son realizadas por 1 personal de Adecco y el asperjado o fumigado lo realiza un personal especializado de la empresa INRO, a continuación, se especificará cada proceso realizado por el personal operativo.

2.3.5.1 Sopleteado

Esta operación consiste en retirar el polvo y etiquetas de las paletas anteriormente reparadas o provenientes de la zona de aptas, el personal de Adecco ejecuta esta actividad y sopletea con una manguera las cuatro caras de la ruma, cabe recalcar que a esta zona llegan rumas de 14 paletas y su capacidad es de 32 posiciones es decir 448 paletas listas para que sigan su proceso de tratado.

2.3.5.2 Etiquetado

Esta operación se realiza en paralelo con la actividad anteriormente mencionada, y es ejecutada por el personal de Adecco, consiste básicamente en pegar la etiqueta a cada paleta correspondiente a la semana en que fue tratado el activo, esta actividad se ejecuta después de haber sopleteado todas las rumas de parihuelas.

2.3.5.3 Fumigación o asperjado

Finalmente, en esta operación el personal de INRO recarga su mochila de fumigación con el líquido Alkacip, un veneno que mata a los parásitos que puedan existir en la madera, y mediante una manguera rosea el líquido hacia las 4 caras de cada ruma.

Tabla 10: Recursos para el proceso de asperjado

Recursos	Descripción y cantidad
Materiales y máquinas	Veneno Alkacip, mochila de fumigación, etiquetas de tratado.
Capital humano:	1 personal de INRO y 1 operario de Adecco

Fuente: Elaboración propia

2.4 Diagrama de flujo de operaciones y diagrama de actividades del proceso

En el siguiente diagrama de flujo de procesos se verá de manera resumida los procesos que involucran en el tratado de parihuelas estándar (Ver Figura 25) mientras que en la Tabla 11 se visualizará de manera gráfica la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenamientos que acontecen durante cada procedimiento.

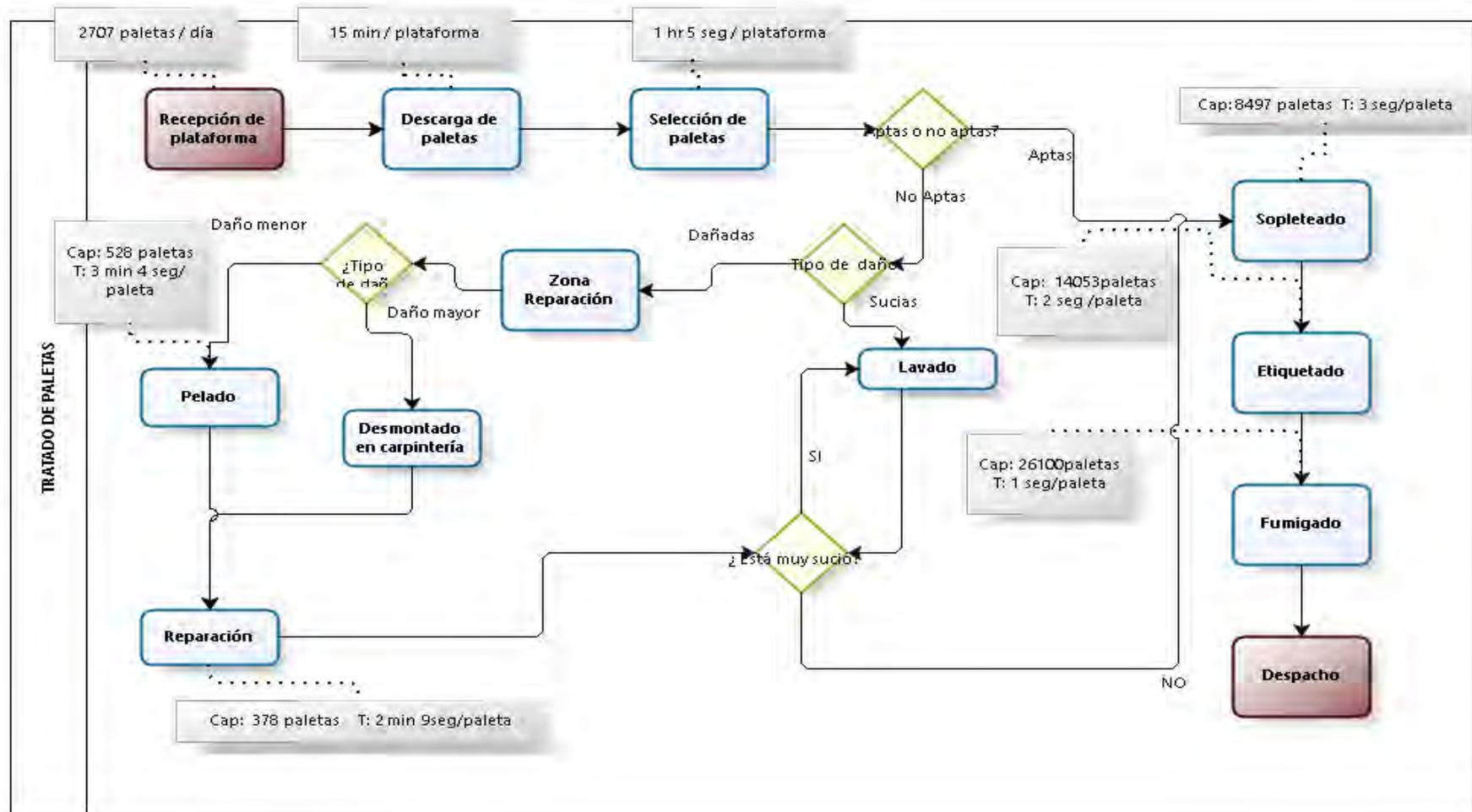


Figura 25: Flujo de operaciones en el tratamiento de parihuelas estándar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Diagrama de actividades del proceso de tratamiento de parihuelas EAN

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO		
EMPRESA DE ESTUDIO	PÁGINA: 1/2	FECHA: 09/10/2019
DEPARTAMENTO: LOGÍSTICA INTERNA	MÉTODO DE TRABAJO: ACTUAL	
PRODUCTO: <i>TRATAMIENTO DE PALETAS ESTANDAR</i>	ELABORADO POR: LILI URIBE BRAVO	

ACTIVIDADES	OPERACION	INSPECCION	ALMACENAJE	TRANSPORTE	DEMO RA	OBSERVACIONES
1. Descarga de paletas	●	□	▽	→	D	Rumas de 14 paletas.
2. Contabiliza las paletas	○	■	▽	→	D	El Inventariador hace el conteo.
3. Selección de paletas	●	□	▽	→	D	Se clasifican paletas aptas y no aptas.
4. Almacenaje en el Área de Tránsito	○	□	▽	→	D	Se almacena según la clasificación hecha.
5. Enviar al Área de Lavado	○	□	▽	→	D	
6. Lavado	●	□	▽	→	D	Tiempo de secado 3 días
7. Mover a la zona de reparaciones	○	□	▽	→	D	Se traslada las rumas de paletas dañadas.
8. Habilitado de parihuelas	●	□	▽	→	D	Tiempos muertos , desorden en el área.
9. Clavado de paletas	●	□	▽	→	D	Salen paletas aptas en rumas de 7.
10. Almacenaje en zona aptas	○	□	▽	→	D	Aglomeración de paletas aptas en el pasillo.
11. Traslado a asperjado	○	□	▽	→	D	Se traslada en rumas de 14 paletas.
12. Asperjado de paletas	●	□	▽	→	D	Tiempos muertos.
13. Traslado a la zona de despacho	○	□	▽	→	D	
14. Despacho de parihuelas	●	□	▽	→	D	Contaminación cruzada
Total	8	1	2	4	0	

Fuente: Elaboración propia

2.6 Descripción de la problemática

En los puntos anteriores se ha abordado los procesos involucrados en el tratamiento de paletas estándar, a continuación, se presentará los principales indicadores que serán empleados por el supervisor del almacén y que le permitirán orientar y evaluar el comportamiento de las actividades que se fijan para lograr el objetivo de la subárea de la logística. Los indicadores son clasificados según los pilares asociados en la organización:

2.6.1 Indicadores

Indicadores en relación con el pilar costo

2.6.1.1 Rendimiento del proceso reparación

En el punto 2.3.4.1 y 2.3.4.2 se vio detenidamente el proceso de habilitado y clavado, estas actividades forman parte de la reparación de la paleta y en cada una de ellas se emplean distintos recursos, entre ellos la mano de obra tercerizada. En la Tabla 12 se muestra la cantidad teórica de unidades tratadas al día para cada subproceso y se evidencia que el cuello de botella para el proceso de reparación es el subproceso de clavado, esto debido a que se tiene menor cantidad de operarios a diferencia del proceso habilitado.

Tabla 12: Cantidad teórica de unidades por proceso

Sub proceso	Tiempos estándar min/paleta	Cantidad de operarios	Cantidad de paletas al día
Habilitado	3	4	364
Clavado	2.14	2	364

Fuente: Elaboración propia

Por lo anteriormente expuesto el inventariador de turno contabiliza como unidades aptas a las paletas que finalizaron su proceso por la actividad clavado, esta cantidad es registrada en el formato de Resumen Recepción, Despacho y Control de paletas estándar ver ANEXO 1: FORMATO DE CONTROL DIARIO. Es entonces que el

indicador de rendimiento se elabora bajo la siguiente fórmula y se calcula para cada turno de trabajo.

$$\frac{\text{Cantidad finalizada en sub proceso clavado}}{\text{Cantidad teórica en sub proceso clavado}}$$

Para la elaboración del indicador se toma la data histórica de los meses de Abril, Mayo y Junio del 2019 ver ANEXO 2: RENDIMIENTO HISTORICO DE PROCESOS PRODUCTIVOS para ambos turnos de trabajo; mañana y tarde. En el siguiente gráfico se muestra el promedio del rendimiento para cada semana en el periodo de estudio.

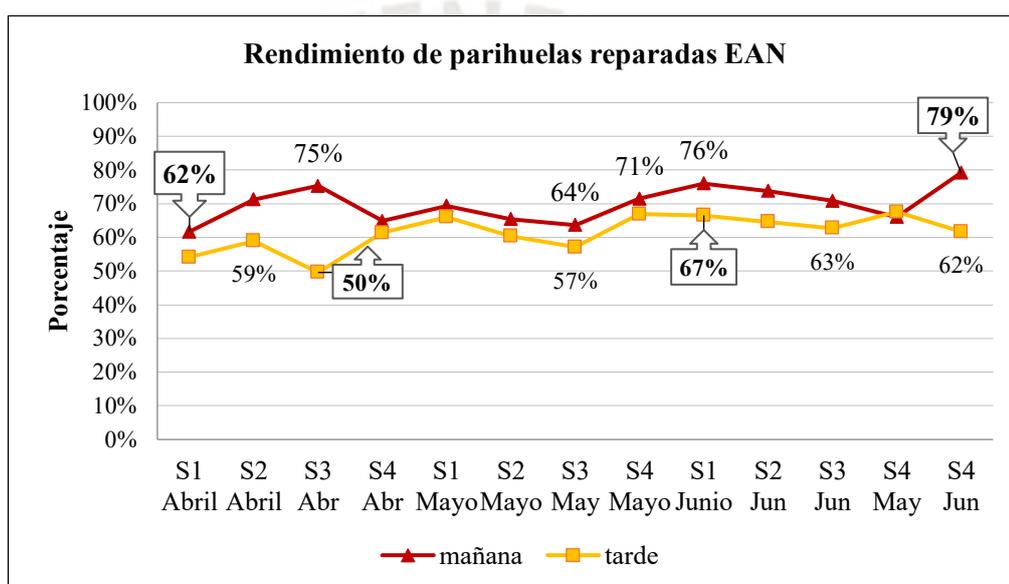


Gráfico 1: Rendimiento semanal promedio en el proceso de reparación

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede evidenciar en el proceso de reparación el indicador semanal promedio oscila entre un 62 y 79 % en el turno mañana, mientras que en el turno tarde entre 50 a 67 %, dichas cifras son relativamente bajas para los recursos empleados en este proceso.

2.6.1.2 Rendimiento del proceso de asperjado

El rendimiento de la actividad de asperjado queda asociado a la siguiente fórmula:

Unidades asperjadas
Unidades teóricas de asperjado

Para la elaboración del indicador se ha suministrado data de cantidad de unidades asperjadas por turno de los meses históricos: Abril, Mayo y Junio del 2019 ver ANEXO 2 visto anteriormente. En el Gráfico 2 se muestra el rendimiento promedio semanal para los tres turnos de trabajo: mañana, tarde y noche.

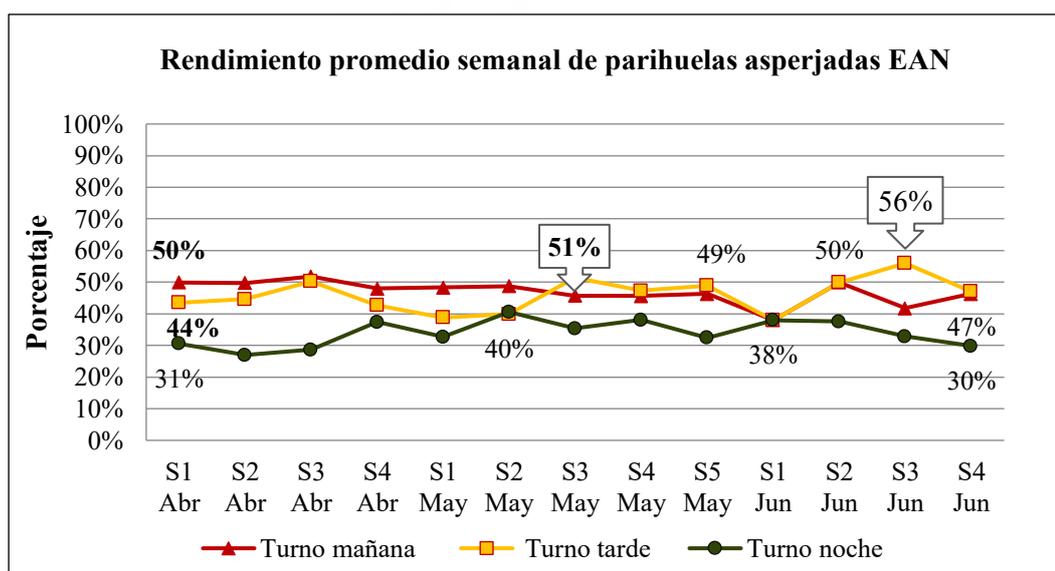


Gráfico 2: Rendimiento semanal promedio del proceso de asperjado

Fuente: Elaboración propia

Como se observa el rendimiento promedio por semana oscila entre el 50 al 51 % para el turno mañana, mientras que en el turno tarde se fija entre 44 y 56 %, y finalmente en el turno noche los rendimientos son inferiores al 50 %. En general este proceso tiene un rendimiento promedio por semana inferior al 60%, esto indica que solo se aprovecha un poco más de la mitad de los recursos por los que se paga.

2.6.1.3 Porcentaje de tiempo de ciclo productivo

De acuerdo a un análisis de tiempo realizado a la empresa de consumo masivo, en el

almacén de paletas y jabas, se determinó el tiempo que se demora cada una de las actividades que agregan valor (como operaciones) y las que no agregan (como transportes, almacenamientos y demoras). Para ellos se recolectó data ver ANEXO 3: ESTUDIO DE TIEMPOS TRATAMIENTO DE PARIHUELAS y se obtuvo los siguientes resultados:

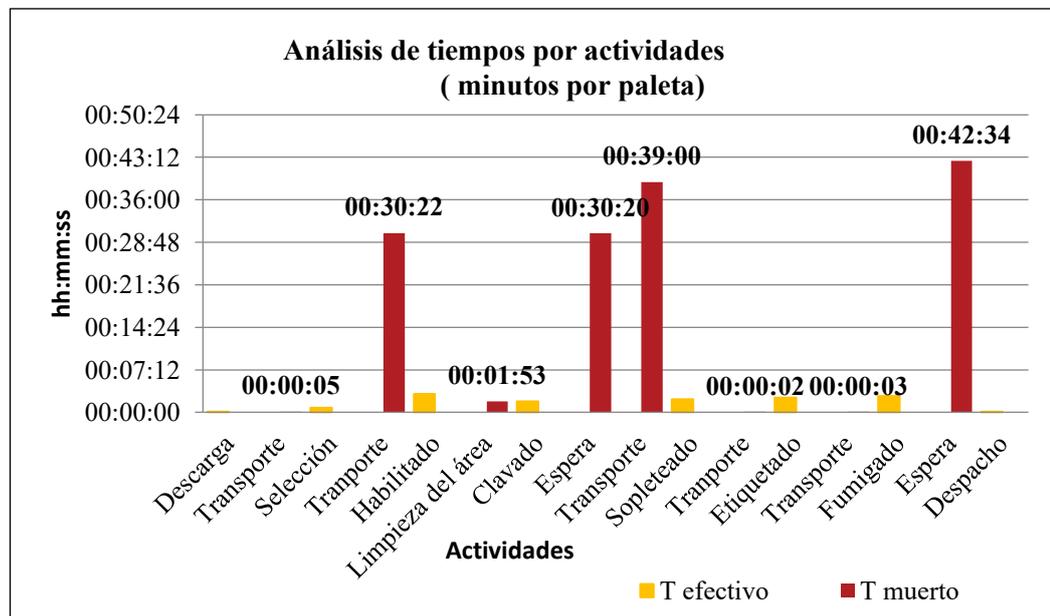


Gráfico 3: Análisis de tiempos por actividades

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de espera entre las actividades de fumigado y de despacho es el que más demora, debido a que la paleta se almacena hasta que se fumigue para ser despachada y como los despachos depende de los pedidos realizados por el cliente, estas paletas son apiladas unas sobre otras ocupando espacio y con tendencia de contaminarse con la llegada de las paletas que ingresan al almacén (Ver Figura 28). Tiempo de espera 30 min con 20 segundos, paletas en cola para ser llevadas a la zona de asperjado como se evidencia en la Figura 27 y 29.



Figura 27: Paletas aptas en tiempo de espera

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Contaminación cruzada

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Paletas en espera de recojo hacia la zona de asperjado

Fuente: Elaboración propia

Con el tiempo de las actividades que generan valor al producto (en este caso paletas) y con las que no generan valor, se prosigue a analizar el indicador de tiempo del ciclo:

Tabla 13: Tiempo efectivo del tratamiento de paletas EAN

Tiempo Efectivo	00:13:18
Tiempo Muerto	02:24:19
Tiempo Total	02:37:37

Fuente: Elaboración propia

El Tiempo de ciclo de la producción de una paleta es de 2 horas con 37 minutos, sin embargo, el tiempo efectivo solamente equivale al 8% del tiempo total, tal y como se puede observar en la siguiente gráfica, esto se debe por el tiempo de espera y transporte.

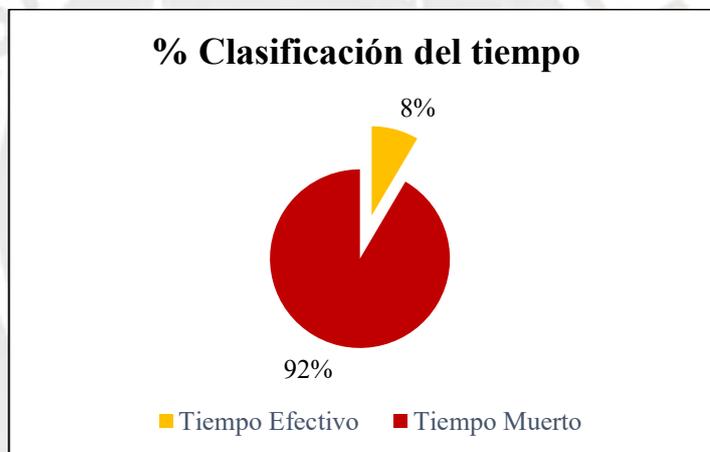


Gráfico 4: Análisis de Tiempos muertos

Fuente: Elaboración propia

2.6.1.4 Utilización del almacén

El espacio geográfico del almacén de jabas y paletas se desarrolla dentro de 4280 m², los cuales están zonificados para el almacenamiento, operaciones y tránsito, en la Tabla 14 se refleja la cantidad de metros destinada para cada zona de acuerdo al layout actual del almacén, para mayor detalle ver ANEXO 4: CALCULO DE AREAS EN LA SITUACION ACTUAL

Tabla 14: Zonificado dentro del área total

Zonificado	Área total	% Total	Área útil	% del área útil
Zona de almacenamiento	1692	68%	2898	58%
Zona operativa	1206			42%
Zona tránsito	1382	32%	-	-
Total	4280	100%	2898	100%

Fuente: Elaboración propia

Con ello se puede notar claramente que el área disponible o útil es de 2898 m² ya que 1382 m² se destinan para el libre tránsito del transporte peatonal, vehicular, carga y descarga de parihuelas y jabas. Asimismo, un 58% del área útil se emplea para el almacenamiento de activos de giro mientras un 42% para las actividades operativas.

Se ha creado un indicador de utilización del almacén de jabas y paletas para tener la visual del comportamiento del uso del área útil con la que se dispone y ver si se está gestionando de manera efectiva el recurso espacio:

La fórmula viene compuesta de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Unidades contabilizadas en el inventario diario por zona}}{\text{Capacidad máxima por zona (unidades)}}$$

Seguidamente en la Figura 30, se verá los resultados del indicador en la fecha 21 de abril del 2019 ver ANEXO 5: CALCULO DE UTILIZACION EN EL ALMACÉN.

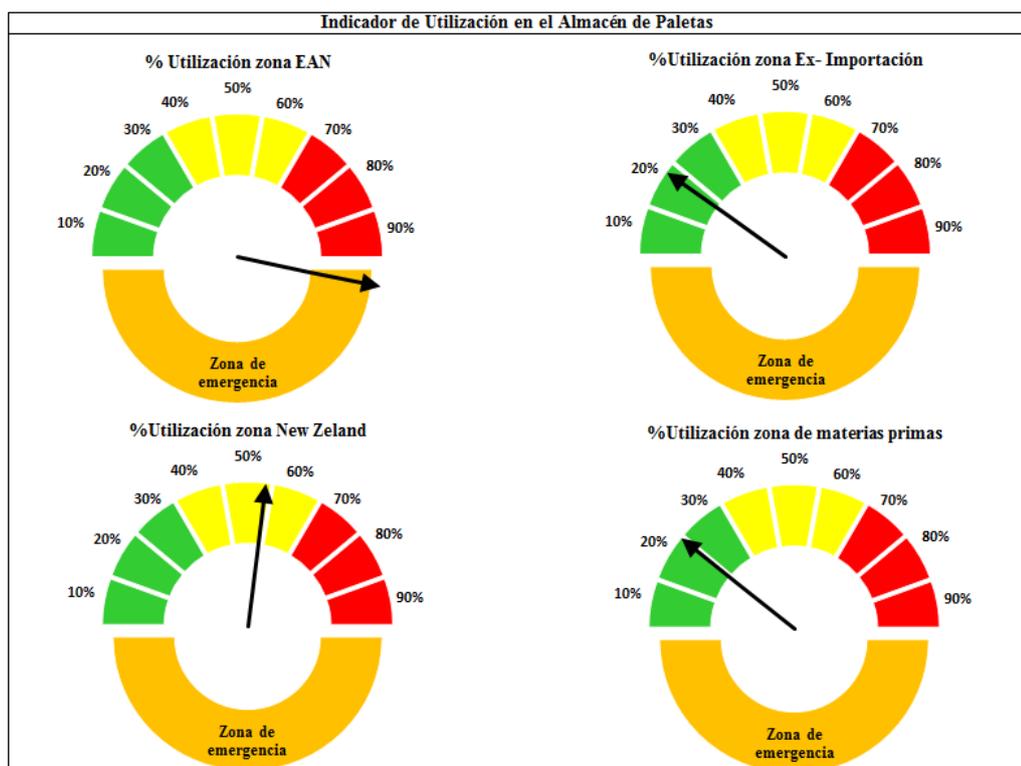


Figura 30: Indicador Utilización del almacén paletas

Fuente: Elaboración propia

La visual muestra que el porcentaje de utilización para las parihuelas estándar (EAN) se encuentra dentro de la zona de emergencia lo que nos indica que ha sobrepasado su capacidad, mientras que el % de utilización de la zona de paletas ex importación cuenta con un 20% de ocupabilidad, un 50% para la zona de paletas New Zeland y un 20% para la zona de lavado. Claramente existe un problema con la gestión del recurso espacio en la zona de almacenamiento de paletas EAN, por lo que se extrajo y resumió la data histórica de Febrero a Mayo del 2019 del Stock final de paletas EAN Stock Final diario paletas estándar, y se creó el indicador de utilización de zonas EAN, para más detalle ver ANEXO 6: PORCENTAJE DE UTILIZACION DE ESPACIOS EN ALMACEN.

Actualmente se emplea la zona de selección como medio de almacenamiento para los activos de giro lo cual ha sido generado por la necesidad, en esta zona se albergan parihuelas en buen estado es decir paletas aptas, en el siguiente gráfico se tendrá la visual semanal del uso de las zonas de almacenamiento para las parihuelas estándar:

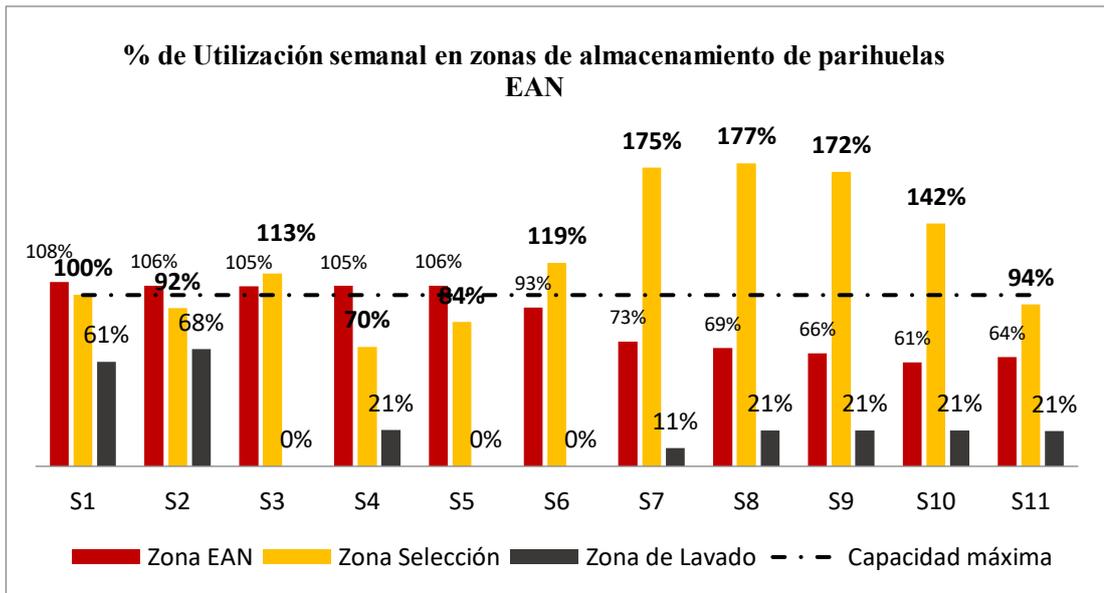


Gráfico 5: Utilización semanal en zonas de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

Se observa claramente que la zona EAN en la semana S1 hasta la S5 excedió a su capacidad máxima, del mismo modo de la semana S6 hasta la S10 la zona Selección enfrentó este mismo escenario, por lo que tenemos una problemática en estos dos indicadores y se deben tomar medidas correctivas y preventivas para no saturar las zonas de tránsito, operativas o el exceso a la altura máxima apilable (25 paletas por ruma). Por el contrario, vemos que la zona de lavado se conserva en un 68% como máximo de ocupabilidad a su capacidad máxima.

Las zonas EAN albergan paletas: asperjadas 3%, aptas 60%, no aptas 36% y sucias 1% del total de parihuelas contabilizadas en este espacio, mientras que la zona selección alberga sólo paletas aptas y por último la zona de lavado sólo paletas lavadas. Es decir, hay evidencia que se tiene demasía de stock de parihuelas aptas.

Indicadores en relación al pilar nivel de servicio y calidad

2.6.1.5 Indicador nivel de servicio – FillRate

El indicador Fill Rate, tiene como objetivo medir la cantidad real que brinda el almacén de parihuelas a sus clientes internos y externos con respecto a la cantidad requerida de estos mismos. La subárea de la logística interna ha planteado como meta manejar un indicador Fill Rate de 95%. En la Tabla 15, se observa los resultados del indicador Fill Rate durante un periodo de tres meses y los cuales han sido extraídos data histórica del Fill Rate Derivados Enero, Febrero y Marzo del 2019, veamos a continuación los resultados del trimestre en análisis.

Tabla 15: Indicador fill rate de paletas Febrero-Abril

Indicador/ mes	Febrero	Marzo	Abril
Fill Rate paletas	78%	77%	79%

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar el resultado mensual de los últimos tres meses del indicador Fill Rate, se puede evidenciar una brecha alta entre el indicador promedio trimestral (76%) y el indicador objetivo, un gap de 19%. Esta brecha existente genera desconfianza y retrasos hacia los clientes internos y externos, debido a que no se llega a cumplir con los requerimientos solicitados lo que genera un desabastecimiento de paletas.

3 CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Como se vio en el capítulo anterior con el levantamiento de información, se cuenta con un indicador de tiempo productivo bajo el cual desencadena a un Indicador de reparación y asperjado bajo, y los cuales repercutirán directamente al indicador fill rate dejándolo en valores también bajos dando como resultado una deficiente gestión en el almacén. Asimismo, se cuenta con un indicador de utilización del almacén alto debido a un exceso de stock ocasionado por la compra de parihuelas nuevas. Con ello se pudo concluir que la principal problemática que enfrenta el almacén de paletas es el desabastecimiento de paletas estándar y por otro lado se tiene un alto stock de paletas a las cuales no se les da una eficiente gestión.

Bajo este resultado veremos a detalle los principales causantes del desabastecimiento y sobreutilización del almacén de parihuelas.

3.1 Maquinaria y personal.

El almacén de jabas y paletas, debe abastecer a sus clientes internos y externos con las cantidades de paletas estándar que necesiten para que estos puedan llevar a cabo sus operaciones del día. Para ello, la empresa emplea recursos y espera atender las necesidades que se presenten.

En el área de reparación de paletas se registran tiempos improductivos como la limpieza la cual toma cerca de 30 min como mínimo, así mismo tiempos muertos debido a que el personal termina de habilitar las paletas y no tiene más unidades para seguir habilitando esto es debido a que no hay montacarguista que abastezca esta zona y que probablemente la única entrada que existe a este lugar no esté despejada para ingresar, por lo cual existen unidades que se dejan de habilitar para que sigan su flujo, esto recae directamente en el indicador rendimiento en el proceso de reparación que se sitúa entre el 72% en la mañana y 58% en la tarde, al dejar de hacer unidades durante el turno de trabajo se dice que el proceso es menos productivo ya que no se emplea eficientemente los recursos designados. De la misma forma existen evidencias en el proceso de asperjado: una falta de abastecimiento de paletas aptas debido a que no se

cuenta con montacarguista disponible, lo que repercute y recae sobre el indicador de rendimiento del proceso de asperjado alcanzando un 45% en promedio del día de trabajo y, los tiempos improductivos ocasionados por las demoras como tiempo de espera de las paletas que, en promedio oscila entre 45 min a 1 hr y 30 min debido a que no se tiene al recurso humano disponible para el traslado desde la zona de clavado hacia la zona de asperjado, lo cual afecta el indicador de tiempos productivos que alcanza solo un 8%.

Al tener ambos indicadores de productividad bajos es que la sub área recurre en la compra de paletas nuevas para abastecer a sus clientes con paletas aptas, dejando de lado ya el stock que se alberga en el almacén lo cual hace que tengan un sobre stock y ello se ve reflejado en el indicador de utilización del almacén EAN un 105% como resultado, ya que tiene zonas EAN y de selección que albergan paletas aptas y no aptas para que entren a flujo y no se les da rotación por las razones ya expuestas.

Estas cifras nos indican que el recurso máquina y hombre es un limitante para llegar a altas tasas de rendimiento en las zonas productivas y que repercuten en la gestión del almacén.

3.2 Distribución del almacén

Como se mencionó anteriormente en el proceso de habilitado el abastecimiento esta área puede verse interrumpido debido a la disponibilidad para el ingreso, y es que en el layout actual se evidencia una sola entrada y su acceso depende de la disponibilidad del área de asperjado para poder ingresar, es así que el montacarguista debe esperar a que el proceso de asperjado sea finalizado para retirar las paletas asperjadas y recién poder abastecer al área de reparación, como vemos el diseño de ingreso para las dos áreas dependen de una sola entrada esto afecta de manera directa al indicador rendimiento de los dos procesos involucrados: reparación y asperjado en los cuales vimos que alcanzan valores de 65 y 45 % por día, respectivamente.

Seguidamente se observa que desde la salida de la zona de reparación hacia la zona de asperjado se incurren en traslados de las parihuelas reparadas, la distancia de desplazamiento es de aproximadamente 13.5 metros de distancia y la cual implica que el montacarguista emplee aproximadamente 30 minutos para trasladarlas hacia la zona de asperjado para que continúen con el flujo de tratamiento, esto afecta directamente al indicador de tiempo productivo que actualmente tiene un valor de 8% el cual resulta ser sumamente bajo.

Más adelante se puede evidenciar que el almacén cuenta con un nivel bajo de stock de parihuelas asperjadas casi un 3% del total albergado en la zona de paletas EAN, esto debido a que no se cuenta con un área destinada para la conservación de paletas tratadas este hecho afecta directamente al pilar que maneja la empresa y que es denominado “nivel de servicio” y que el área emplea como indicador fill rate, el cual tiene como resultado promedio 76%. Este indicador es también afectado por las incidencias que se puedan efectuar al realizar el despacho de activos dado que pueden presentar una inconformidad en los estándares de calidad (producto de un error de operación manual) o presenten alguna contaminación, pudiendo ser la contaminación cruzada que se da en la zona de ingreso y despacho de paletas, dado que comparten la misma zona, este último producto de la distribución del layout del almacén.

Todo lo antes mencionado, genera que no se llegue a las cuotas esperadas y que el indicador de fill rate que se ha usado para el análisis, alcance los valores entre los 72 y 76%. Esta cifra indica que el nivel de servicio está por debajo del 95% esperado, afectando directamente el nivel de atención tanto en cantidad y calidad del producto. Por lo tanto, se deben tomar acciones al caso para cumplir con los objetivos y mantener a los clientes satisfechos con el servicio.

A continuación, se mostrará bajo el diagrama Ishikawa un mejor entendimiento de las causas raíz detectada en el diagnóstico y la evidencia de manera reiterativa que la distribución del layout en el almacén y la falta del recurso montacarga y operario son las principales fuentes de esta problemática detectada.

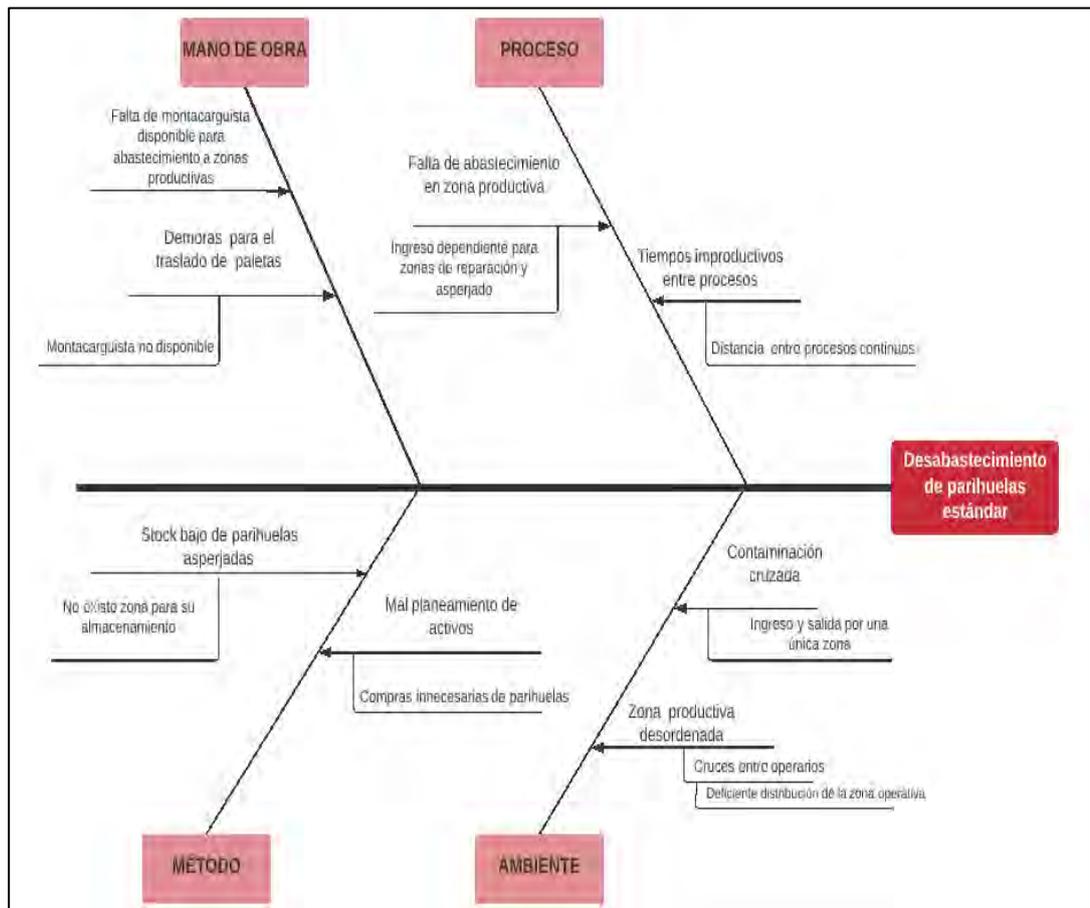


Figura 31: Diagrama Ishikawa de la Situación actual

Fuente: Elaboración propia

4 CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA

El objetivo de este trabajo de investigación es crear una mejora que impacte como beneficio a la empresa haciendo uso de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, es entonces que bajo el análisis de la situación actual y como identificación de la problemática la propuesta de mejora radica en una redistribución del layout y la adquisición del recurso hombre máquina.

4.1 Rediseño del layout

En el anterior capítulo se encontró que el diseño actual ocasiona muchos cruces, traslados entre zonas que no agregan valor a la operación, por lo que para llevar a cabo la mejora se opta por un diseño del layout en forma de U el cual brinda un flujo continuo para los procesos identificados en el flujograma es así que las áreas de operación se encuentran de manera subsiguiente con la finalidad de obtener un orden continuo.

La zona de carpintería se encuentra alejada de la zona de paletas tratadas para evitar el polvillo y restos de madera, así mismo se apertura una puerta para el despacho de activos y finalmente un área destinada para el almacenamiento de paletas tratadas llamada “despachos” con ello se cumple con los principios básicos en el almacén vistos en el capítulo 1.2.1 Gestión de almacenes principios 3, 6 y 7.

Adicional a ello se tomarán en cuenta las normativas dictadas por la FDA y el área de calidad para el diseño del layout en U.

4.1.1 Normativa de espacio y sanidad por FDA y el área de calidad

Como se mencionó en el capítulo 2 la empresa en estudio exporta a distintos países dentro de los cuales Estados Unidos exige el cumplimiento de una serie de normativas dentro de los procesos con la finalidad que la empresa se encuentre apta para comercializar sus productos en el país americano. Es así que FDA Organization (2018) indica que la Agencia de Medicamentos y Alimentación (Food and Drug Administration, FDA) responsable de la regulación de alimentos, medicamentos entre otra vela por la seguridad de los consumidores estadounidenses y la efectividad con la

que los medicamentos son comercializados en su país. En la Tabla 16 se enumera las normativas brindadas por la FDA y el área de Control de Calidad de la empresa (MIP.02.P.06).

Tabla 16: Normativas de calidad

Nº	Descripción	Normativa
1	Paletas tratadas no juntas a las sucias o contaminadas.	FDA
2	Paleta contaminante u hongueada no debe almacenarse.	FDA
3	Paletas EAN- EX importación o NZ por norma deben ser tratadas.	FDA
4	Paleta con insectos debe ser inmobilizadas y separadas del resto, se separa todo el bloque.	FDA
5	Para el proceso de tratado de paletas: uso de aspiradora Industrial 1300 W, absorbe polvo y cucarachas.	MIP.02.P.60
6	Para el proceso de tratado de paletas: Secar a la sombra durante 30 min.	MIP.02.P.60
7	Usar carteles y cintas de seguridad a fin de evitar el ingreso del personal a la zona ya asperjada.	MIP.02.P.60

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se debe incluir en el diseño del layout los requisitos que exige el FDA y el área de calidad. Punto 1, 3 y 6 incorporados en el layout propuesto (Ver Figura 32), los demás puntos deberán ser incorporados con formatos en los procesos productivos.

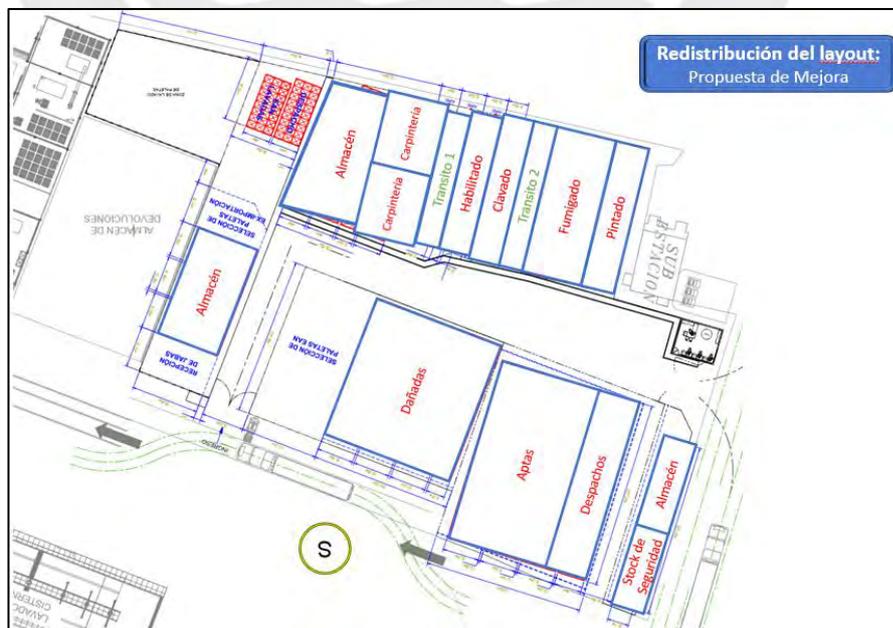


Figura 32: Propuesta de Redistribución del Layout

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el layout en “U” resulta más beneficioso en todos los aspectos, los tiempos de traslado se reducen entre zonas de trabajo ya que los procesos se encuentran de manera continua, recrea independencia ya que dispone de un ingreso para cada zona y finalmente se respeta el flujo de tratamiento de parihuelas desde su ingreso como no aptas hasta que salgan aptas y tratadas del almacén, en la Figura 33 se puede ver el Diagrama de Recorrido de la propuesta de diseño.



Figura 33: Diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Distribución de espacios en la zona de despacho

A partir de la nueva redistribución del layout, se logra que la zona de despacho se encuentre separada de la zona de ingreso. Este hecho resulta beneficioso y útil ya que en la actualidad se cuenta con paletas sucias y con defectos (no aptas) que ingresan por la misma zona por donde se despachan las paletas limpias (aptas) lo cual crea escenarios de contaminación cruzada.

Una vez definida la zona de despacho se procederá a diseñar los espacios para cada tipo de activo, la herramienta a emplear para este cálculo es el método por sistema de popularidad visto en el capítulo 1.

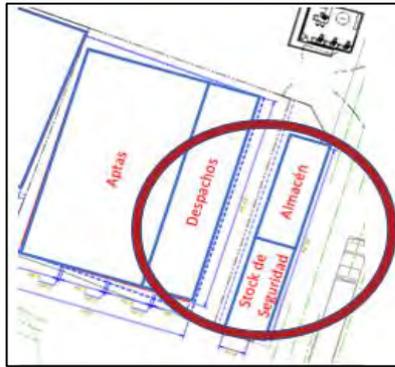


Figura 34: Zona de despachos

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1 Método de sistemas por popularidad

Debido a la necesidad de obtener los productos con mayor demanda en menor tiempo de atención es que se emplea la herramienta de método de sistema de popularidad con ello se asigna un espacio óptimo para la salida del producto con mayor rotación (productos A) en el almacén, siendo las paletas EAN y las jabas negras. Ver ANEXO 7: HISTORICO PEDIDOS 2019 POR SKU para mayor detalle del cálculo.

Tabla 17: Clasificación por popularidad en el almacén de jabas y paletas

Tipo de activo de giro	Pedidos atendidos (und)	Acumulado (und)	% Actividad	Clasificación
Paletas EAN	1,258,745	1,258,745	44%	A
Jabas Negras	917,176	2,175,921	77%	
Jabas Queseras	316,268	2,492,189	88%	B
Paletas ex importación- Naranja	110,694	2,602,883	92%	
Paletas ex importación - celeste Pamolsa	63,254	2,666,137	94%	
Paletas ex importación - celeste Portola	56,928	2,723,065	96%	C
Paletas ex impo-New Zeland	47,440	2,770,505	98%	
Paletas ex impo - celeste Azucar	41,115	2,811,620	99%	
Paletas ex importación- Rojas	9,488	2,821,108	100%	
Paletas ex importación- Rosadas	7,907	2,829,015	100%	
Total	2,829,015			

Fuente: Elaboración propia

Esto resulta efectivo, ya que se disponen de los productos de mayor rotación más cerca de la salida, seguidamente, se tiene la distribución de la salida del almacén de la siguiente forma Ver Figura 35.

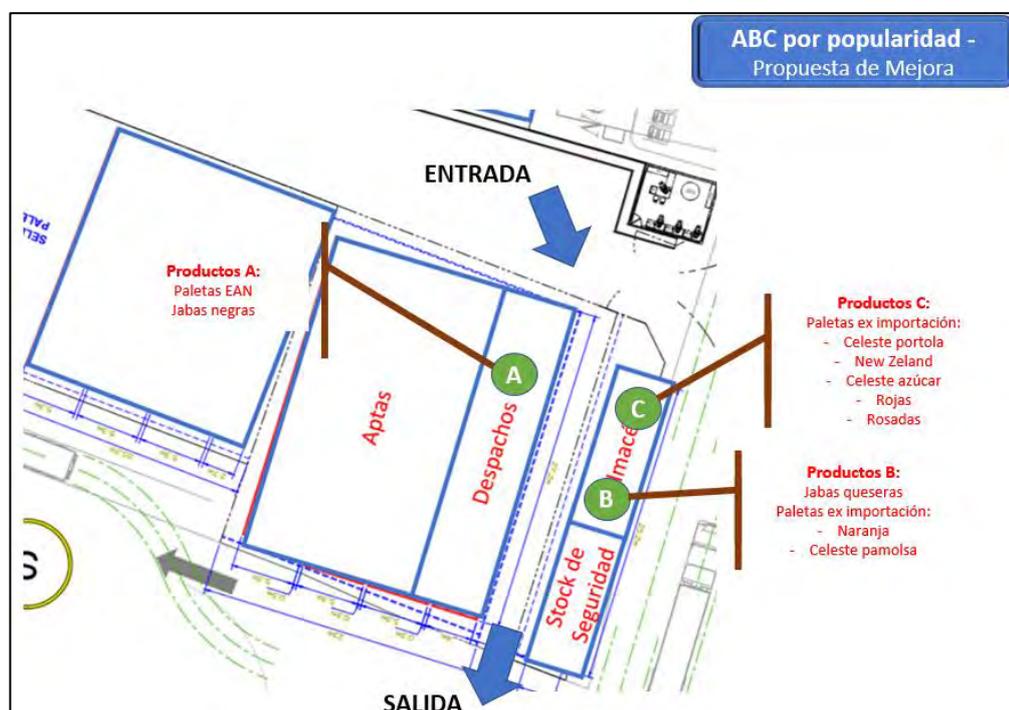


Figura 35: Ubicación por popularidad en zona de despacho.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Cálculo de espacios en el layout propuesto

La cadena de suministro en cada eslabón de sus procesos tiene como objetivo cubrir las necesidades de sus clientes a largo y corto plazo, es decir estar un paso adelante del ahora para que la empresa sea competitiva hasta en sus procesos internos, de manera que se distinga estratégicamente como única, en esta oportunidad se preparará al almacén de jabas y paletas hacia las necesidades futuras como parte de la logística interna de la empresa dentro de la cadena de suministro. Bajo esta dirección se analizará la data histórica de los procesos relevantes en el almacén: recepción de activos, reparación y asperjado de los mismos con la finalidad de realizar una proyección de las demandas y que las mejoras en la redistribución de espacios estén aptas para cubrir dichas necesidades. Se ha visto anteriormente que el activo principal

que se maneja en la empresa son las parihuelas estándar, por lo cual el siguiente análisis tiene como alcance los activos mencionados.

4.1.3.1 Capacidad proyectada

La capacidad proyectada es la cantidad de unidades que como máximo soporta el almacén en condiciones seguras de almacenamiento en este punto se empleará data histórica del 2018 y 2019 para proyectar la demanda del 2020 y que el almacén esté preparado frente algún pico en cualquiera de sus principales actividades mencionadas anteriormente, para realizar la proyección se empleó los pasos propuestos por Krajewski revisados en el capítulo 1.1.3. De manera resumida se realizó análisis del patrón de la data histórica dando como resultado un comportamiento horizontal ya que la variación de los datos se encuentra en torno a una media constante, seguidamente se realizó la evaluación del mejor método cuantitativo para la estimación, para ello se usa como medida de precisión el Coeficiente de correlación más cercano a 1 en el ANEXO 8: CALCULO DEL PRONOSTICO DE UNIDADES DE PARIHUELAS POR PROCEO PRINCIPAL se puede observar con mayor detalle los pasos para elegir el método de pronóstico.

Los resultados obtenidos demuestran una línea de tendencia polinómica para los 3 análisis porque de entre todos los métodos, su coeficiente de correlación es el más próximo a 1; sin embargo -de acuerdo con la bibliografía- este tipo de tendencia carece de precisión al momento de proyectar, por tal motivo, se ejecuta la proyección con el método cuantitativo: regresión lineal.

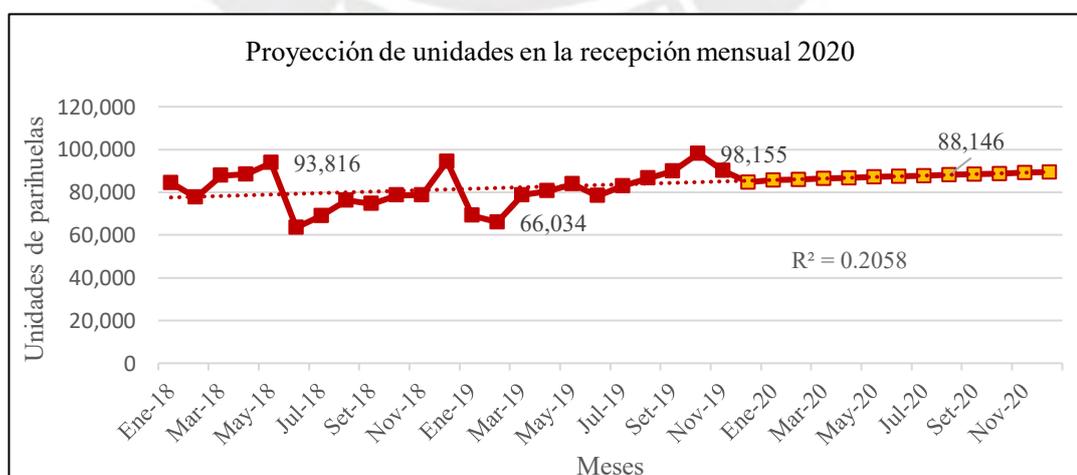


Gráfico 6: Proyección demanda del proceso de recepción de paletas EAN

Fuente: Elaboración propia

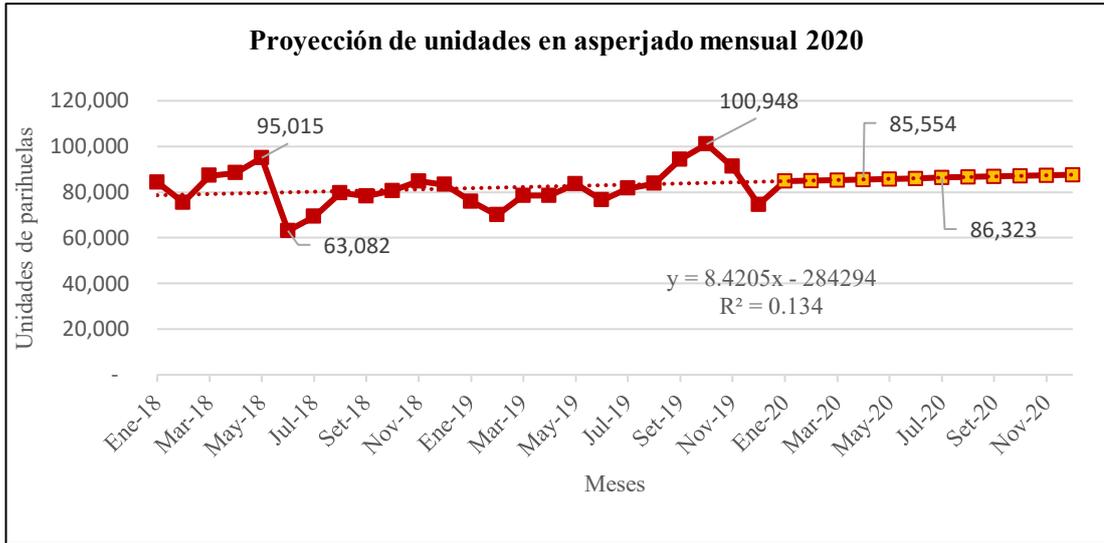


Gráfico 7: Proyección demanda del proceso de asperjado de paletas EAN

Fuente: Elaboración propia

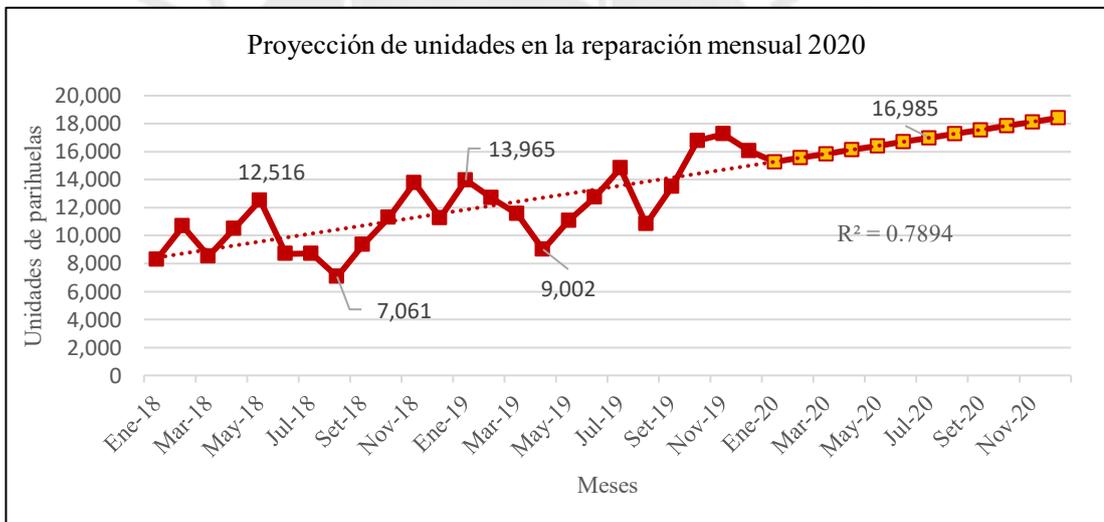


Gráfico 8: Proyección demanda del proceso de reparación de paletas EAN

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la proyección realizada, la nueva distribución del layout debe estar presto para enfrentar las nuevas cifras, a continuación, en la Tabla 18, se visualiza la demanda diaria promedio para cada mes proyectado.

Tabla 18: Demanda diaria promedio de los principales procesos- datos proyectados.

Mes/ Proceso	Recepciones	Asperjadas	Reparadas
Ene-20	2,766	2,735	587
Feb-20	2,969	2,932	598
Mar-20	2,788	2,752	609
Abr-20	2,893	2,852	620
May-20	2,810	2,768	631
Jun-20	2,915	2,869	642
Jul-20	2,832	2,785	653
Ago-20	2,843	2,793	664
Set-20	2,950	2,895	675
Oct-20	2,865	2,809	686
Nov-20	2,972	2,912	697
Dic-20	2,887	2,826	708

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se localizan las cuotas más altas en el pronóstico para cada proceso principal en el almacén, siendo:

Tabla 19: Cuota máxima diaria en los principales procesos operativos

Procesos	Recepciones	Asperjadas	Reparadas	UMB
Máximo	2,972	2,932	708	Unidades

Fuente: Elaboración propia

Por lo que el Almacén de Paletas debe estar acondicionado para procesar las cuotas diarias máximas en el año 2020, a partir de la data se procede a dimensionar los espacios para cada proceso operativo en el recinto lo cual forma parte de la propuesta rediseño del layout. Por lo tanto, el proceso de recepción debe cubrir 2972 unidades diarias, el proceso de fumigación debe tener una productividad como mínimo de 2932 unidades diarias y finalmente, el proceso de Reparación, entre Habilitado y Clavado, ser capaz de reparar como máximo 708 unidades diarias en los dos turnos de trabajo.

A continuación, se revisará los tiempos disponibles para establecer los ciclos de trabajo en los puestos productivos y con ello determinar el cálculo de espacios necesarios.

4.1.3.2 Turnos y tiempo disponible de trabajo

Los diferentes procesos en el almacén de jabs y paletas tienen activados los turnos de trabajo dependiendo a la naturaleza de sus operaciones y asegurando la seguridad del trabajador. La disponibilidad del turno de trabajo será necesario para determinar los ciclos de trabajo por cada estación de trabajo, por consiguiente, en la Tabla 20 se muestran los tiempos programados dentro de los turnos dando como resultado el tiempo disponible por cada rutina de trabajo.

Tabla 20: Tiempo disponible por turno de trabajo

Proceso	Turno mañana	Turno tarde	Turno noche
Recepción de parihuelas	x	x	x
Selección de parihuelas	x	x	x
Reparación de parihuelas	x	x	
Asperjado de parihuelas	x	x	x
Carpintería	x	x	
Lavado de parihuelas	x	x	
Despacho de parihuelas	x	x	x
Refrigerio	11:00- 11:45 hrs	19:00 - 19:45 hrs	02:00- 02:45 hrs
Jornada de trabajo	7:00 -15:00 hrs	15:00 - 23:00 hrs	23:00 - 7:00 hrs
Charla de 5 min + ingreso	7:00-7:30 hrs	15:00-15:30 hrs	23:00 -23:30 hrs
Tiempo disponible	405 min	405 min	405 min

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla las actividades de reparación, carpintería y lavado de parihuelas no están habilitadas para el trabajo en el turno noche por la sencilla razón de que las condiciones ambientales no están aptas para el trabajo (baja iluminación, expuestos a la intemperie), de manera opuesta arriesgan la seguridad y salud de los operarios por otro lado podemos visualizar paradas programadas (refrigerio, charla de 5 min y el ingreso al puesto de trabajo) que ascienden a 75 min dejando como tiempo disponible de trabajo 405 min por turno de trabajo.

4.1.3.3 Carga de Trabajo

Los tiempos disponibles de trabajo que se tiene por cada turno de trabajo son de 405 min, a ello se le resta 20 min programados por limpieza de los puestos de trabajo por lo que finalmente se cuenta con 385 min de tiempo disponible por jornada de trabajo:

La cantidad de unidades para reparación por día se obtuvo de la proyección del 2020, de ello se obtuvo la cuota diaria máxima de reparación las cuales llegan a ser de 708 paletas por día, si se expresan en unidades por semana ascienden a un monto de 4248 unidades, (los puestos de reparación trabajan 6 días a la semana) , cantidad que debe ser cumplida por las áreas de reparación (habilitado y clavado), posteriormente se calcula la cantidad teórica de puestos de trabajo que se necesitan para llegar a la cuota semanal, el ciclo de trabajo y la necesidad de espacios.

Tabla 21: Carga de trabajo actual en el proceso de reparación

Tiempo de limpieza diaria:	20	min
Tiempo neto disponible para la operación:	385	min
Días de trabajo a la semana:	6	días
Demanda semanal:	4248	unidades
Cadencia de la línea:	1.09	min/unidades

Fuente: Elaboración propia

Cantidad teórica de puestos de trabajo en zonas productivas: Habilitado y Clavado

Para la obtención de puestos ideales para la demanda semanal se ha empleado el balance de línea para más detalle del cálculo ver ANEXO 9 CALCULO DE REQUERIMIENTO POR PUESTO DE TRABAJO, de manera resumida en la siguiente tabla se muestra la cantidad necesaria de operadores por cada sub proceso de reparación por turno de trabajo de 385 minutos disponibles. Ver Tabla 22

Tabla 22: Cálculo de puestos de trabajo en el proceso de reparación

Proceso de reparación	Tiempo promedio	Tiempo ajustado	Cadencia necesaria	N° de puestos/Turno de trabajo	Cadencia por puesto	Carga de trabajo
Habilitado	3	3.25	3.49	3	1.08	100%
Clavado	1.07	2.17	1.27	2	1.08	100%
total	4.07	5.29		5		

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 22 la carga de trabajo en ambos sub procesos es la misma (100%), se ha realizado el balance de línea con la finalidad de igualar los tiempos de trabajos por lo cual la operación requiere de 6 personas en el sub proceso de habilitado y 4 en clavado entre los dos turnos de trabajo que se tienen disponible por día, la distribución del personal por turno se fija de manera equitativa:

Tabla 23: Cantidad de personas por turno de trabajo en subproceso de habilitado

Habilitado	Personas por turno	Cantidad por turno (uni)	Cuota diaria (uni)
Turno 1	3	355	710
Turno 2	3	355	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Cantidad de personas por turno de trabajo en subproceso de clavado

Clavado	Personas por turno	Cantidad por turno (uni)	Cuota diaria (uni)
Turno 1	2	355	710
Turno 2	2	355	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado final de productividad diaria, de manera teórica se obtienen 710 unidades reparadas por día.

Como se ha percibido en todo el despliegue del cálculo se incluye la demanda semanal resultante de la proyección de necesidades a la que se enfrenta el almacén de parihuelas, una vez obtenido el número de puestos por sub proceso se dimensiona el espacio necesario para cada lugar de trabajo y el abastecimiento oportuno con la programación de los montacargas, con la finalidad de que el ciclo productivo no sea interrumpido y continúe de manera fluida.

Es importante resaltar que se considera el tiempo ajustado o estándar por cada sub proceso y se planifica la distribución de ciclo de trabajo por cada puesto en su respectivo turno de trabajo:

Ciclo de trabajo en puestos productivos

Se define ciclo de trabajo aquel en el que se obtiene una unidad de producción. En la Figura 36 se ejemplifica el ciclo de trabajo para cada puesto de reparación:



Figura 36: Diagrama de bloques del proceso de reparación

Fuente: Elaboración propia

La Figura 36 se representa dos ciclos de trabajo uno de habilitado y clavado, el primero se desarrolla desde que el montacarguista abastece una cantidad determinada de paletas no aptas a la zona de transito 1, espacio donde se almacena las paletas no aptas lista para que sean tomadas por los operarios del sub proceso de habilitado, una vez finalizada una paleta habilitada es dejada en la zona de tránsito 2 aquí finaliza el ciclo de trabajo del proceso de habilitado, y el ciclo de trabajo de clavado empieza desde que el operario de la operación de clavado coge una unidad para realizar su proceso y finalizada la operación se obtiene una unidad reparada aquí es donde finaliza su ciclo de trabajo.

Sin embargo, en este trabajo se determinará un ciclo de trabajo de “X” unidades por cada sub proceso para que el trabajo del operario sea el adecuado y evite fatigas de largas horas de reparación. La cantidad de unidades definidas por ciclo de trabajo para el sub proceso de habilitado se ha dispuesto para la cantidad de 138 unidades. A continuación, se explica de manera resumida la obtención del número elegido.

El ciclo de trabajo para el subproceso de habilitado viene de la siguiente manera:

Tiempo ajustado del sub proceso habilitado: 3.25 min/ paleta

Cantidad de operarios en turno 1: 3 personas

$$\begin{aligned} \text{Ciclo de trabajo en habilitado} &= \frac{150 \text{ min} \times 3 \text{ operarios}}{3.25 \frac{\text{min}}{\text{uni}} \times \text{operario}} \\ &= 138 \text{ unidades habilitadas} \end{aligned}$$

Es decir, y en ahora en adelante, el ciclo de trabajo está predeterminado a realizar 138 unidades en un tiempo de 150 min, en el sub proceso de habilitado.

En el ANEXO 10: CALCULO DE CICLO DE TRABAJO, se especifica de manera más detallada el cálculo de ciclo de trabajo por cada puesto y los tiempos de atención en los procesos de soporte que brinda los montacarguistas. De forma resumida en la siguiente tabla se visualiza la cantidad de unidades finalizadas por ciclo de trabajo, el tiempo que demanda cada ciclo y los espacios de almacenamiento de ser necesarios expresados en posiciones (1 posición = un espacio que ocupa una parihuela).

Tabla 25: Espacios necesarios de almacenamiento en el ciclo de trabajo

Actividades	Ciclo de trabajo (unidades)	Tiempo empleado (min)	Posiciones para almacenar	Espacio delimitado
Habilitado	138	150	20	Zona tránsito 1
Clavado	194	210	28	Zona tránsito 2
Sopleteo + etiquetado+ fumigado	560	60	40	Zona de fumigación
Abastecimiento transito 1	138	29	-	No atribuible
Abastecimiento asperjado	560	36	-	No atribuible
Retiro de paletas asperjadas	560	25	-	No atribuible
Retiro de paletas reparadas	194	35	-	No atribuible

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo de ciclo de trabajo surge la necesidad de contar con un espacio determinado para poder almacenar las unidades y estas sean tomadas por los operadores para continuar con el flujo de trabajo, visto anteriormente en la Figura 36, a este espacio de almacenamiento se le denotará Zona de tránsito o Fumigación dependiendo del proceso

Con los valores obtenidos se procede a realizar la distribución de tiempos para cada proceso: reparación y soporte Ver Figura 37 y 38.

En la Figura 37 y 38 se organiza los tiempos requeridos por cada proceso de reparación y asperjado y se agregan las actividades de soporte como el abastecimiento y retiro de parihuelas de manera que visualmente se tenga un trabajo organizado y sincronizado entre los procesos productivos y de soporte, con la finalidad de que el flujo de trabajo sea continuo y sin tiempos de retraso.

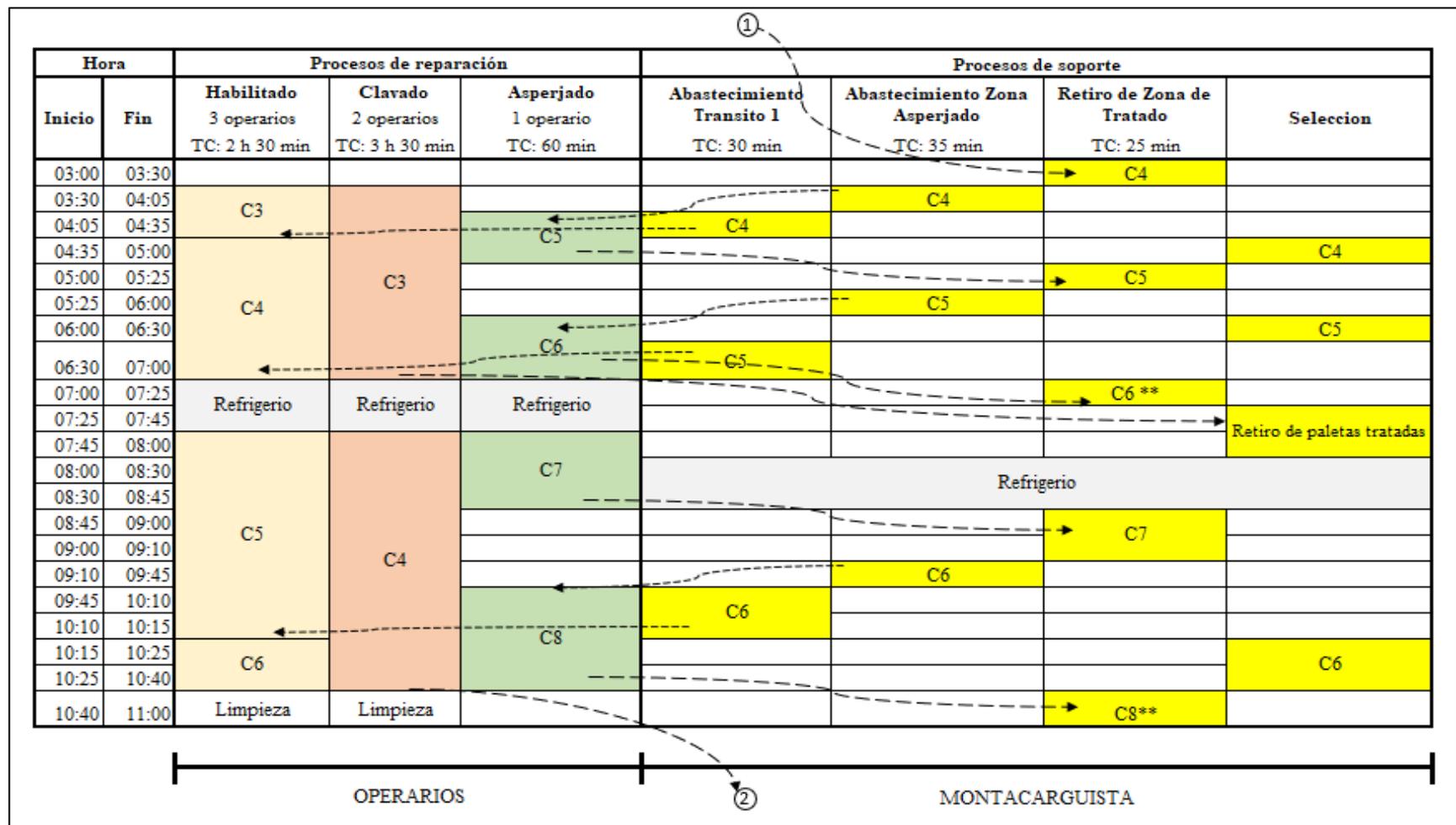


Figura 38: Ciclo de trabajo por cada posición de trabajo en el turno tarde

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con el trabajo organizado por actividades de soporte hacia los procesos de reparación se evidencia que basta con un montacarguista para que realice el soporte a las áreas de reparación y asperjado por turno de trabajo.

Espacio necesario por área de trabajo

Una vez definido el layout en U y obtenido las posiciones necesarias para cada proceso de reparación y asperjado se generan los valores en m², empleando los 4280 m² del terreno del almacén:

Tabla 26: Detalle de áreas por zonificación

Zonificado	Almacén o Área de Trabajo	Posiciones disponibles	Área requerida (m ²)	Área total	% total
Zona de Almacenamiento	Paletas Estándar (EAN)	228	328	1,516	35%
		296	426		
		83	120		
		173	249		
	Materia Prima (madera, tacos, listones)	42	66		
	Paletas New Zeland	32	92		
	Paletas Ex Importación	159	234		
Zonas Operativas	Selección	178	256	1,225	29%
	Carpintería y zona Materia prima	-	198		
	Tránsito 1	21	30		
	Habilitado	71	102		
	Clavado	71	102		
	Secado de parihuelas	40	72		
	Tránsito 2	29	42		
	Fumigado	40	58		
	Pintado	29	43		
	Selección de paletas ex impor	20	60		
	Lavado	-	202		
	Recepción jabas	-	60		
	Zonas de Tránsito	Área de Estacionamiento	-		
Recepción de parihuelas		-	142		
Área de Tránsito Vehicular		-	753		
Tránsito peatonal		-	402		
Despacho parihuelas		-	106		
Total			4280	4,280	100%

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle ver ANEXO 11: CALCULO DE M2 EN EL ALMACEN.

Tabla 27: Variación en las zonas del almacén de activos de giro

Layout/ Zonas	Almacenamiento	Operativa	Tránsito	Área Útil	Área total
Actual	1,692	1206	1382	2898	4280
Propuesta	1,516	1225	1539	2741	4280
Variación	-10%	+2%	+11%	-5%	

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33 el layout en U propuesto requiere adicionalmente una zona de despacho por lo que la zona de tránsito se ve incrementada en un 11%, así mismo para evitar los cruces y crear dependencia para el ingreso de los procesos de reparación y asperjado se incrementa el área operativa en un 2%, y por último se disminuye el área de almacenamiento dado que con la propuesta se espera reducir las compras de parihuelas debido al incremento de rotación de los activos. Cabe recalcar que se ha empleado el espacio del terreno 4280 m².

En el detalle de los espacios del layout propuesto se puede evidenciar algunos puntos resaltantes en cada zona general:

Zona de operación:

- Cabinas de fumigado y pintado, los cuales eran destinados sólo para almacenamiento de pinturas y balón de gas se retiran por ser área no aprovechada para la operación.
- Se incrementa la capacidad de parihuelas en el área de reparación.
- En el área actual de la fumigación se asume tanto el proceso de fumigación como pintado, en la propuesta del nuevo layout se identifican espacios diferenciados para cada proceso.
- La cabina de carpintería se amplía debido a que, en la situación actual, la propia operación demanda mayor área por lo cual el personal incurre en emplear la zona de tránsito.

Zona de almacenamiento:

- Se apertura el área de almacenamiento de paletas tratadas.

Zona de tránsito:

- Se apertura la zona de despachos, área en el que ingresa los vehículos, montacarguistas para llevar las parihuelas tratadas.

Tabla 28: Variación de áreas en las zonas de almacenamiento: actual y propuesta

Zonificado	Área de trabajo	Actual	Propuesta
Zona de almacenamiento	EAN	1148	1123
	MP	78	66
	Ex Import	386	234
	New Zeland	80	92
	Subtotal	1692	1516
Zona operativa	Selección	256	256
	Carpintería	90	198
	Cabina de fumigado	26	0
	Cabina de pintado	17	0
	Reparación	220	276
	Fumigación	77	58
	Lavado	202	202
	Pintado	77	43
	Secado de parihuelas	72	72
	Recepción de jabs	60	60
	Selección de ex -import	60	60
	Salida de subproceso- clavado	50	0
	Subtotal	1206	1225
	Zona de tránsito	Área de Estacionamiento	136
Área de Descarga y despacho		142	142
Área de Tránsito Vehicular		661	752.6
Área de Tránsito Peatonal		442	402
Área de despacho		0	106
Subtotal		1382	1539
Área total del almacén		4280	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se confirma que las cuotas diarias proyectadas son cubiertas por la capacidad productiva en las zonas operativas (capacidad operativa > proyección promedio diaria):

Tabla 29: Capacidad del área de operación

Zona	Estado de las parihuelas	Área disponible (m2)	Capacidad (unid)	Proyección promedio diaria
Zona de almacenamiento	Aptas	328	5,690	-
	Dañadas	426	7,395	-
	Tratadas	120	2,083	-
	Stock de seguridad	249	4,330	-
Zona de operación	Selección	256	4,453	2,972
	Reparación	276	710	708
	Fumigación	58	4,480	2,932

Fuente: Elaboración propia

4.2 Adquisición hombre y máquina

Como se ha visto en el despliegue del análisis de la situación actual el recurso hombre máquina como los montacarguistas son una vital función dentro del almacén ya que es un puesto de soporte para las áreas operativas. En la siguiente tabla se enlistan las actividades que desempeñan en cada turno de trabajo y los principales inconvenientes que presentan.

Tabla 30: Distribución de actividades de los montacarguistas situación actual

Recurso	Actividades a apoyo	Desventaja
Montacarguista 1	Recepción, selección de activos y retiro de desechos.	No se abastece para la recepción de activos
Montacarguista 2	Recepción de activos y abastecimiento	No se abastece para atender a las zonas operativas

Fuente: Elaboración propia

La iniciativa en este punto es complementar el trabajo con un hombre y equipo (elevadora) adicional como parte de la mejora en la gestión de trabajo en el almacén de activos de giro de manera que, de forma organizada se planifique el trabajo para el montacarguista que brindará soporte a las áreas operativas de reparación, fumigación

y pintado. En la Figura 37 y 38 vistas anteriormente se representa la distribución de actividades que debe desempeñar el montacarguista de soporte lo que se propone es contratar un operador de montacarga para ambos turnos con la finalidad de alivianar la carga de trabajo en el operador 1 y 2, y se cubra la totalidad de las actividades designadas para cada uno, entonces el nuevo esquema queda con 3 operadores en la mañana:

Tabla 31: Distribución de actividades para la situación propuesta

Recurso	Actividades a apoyo	Desventaja
Montacarguista 1	Recepción y selección de activos	--
Montacarguista 2	Recepción, despacho de activos y retiro de desechos	--
Montacarguista 3	Abastecimiento y retiro hacia las zonas operativas	--

Fuente: Elaboración propia

Por lo que necesitamos un operador y máquina para llevar con éxito las tareas planificadas del ciclo de trabajo de cada proceso relevante y de soporte.

4.3 Beneficios de la mejora propuesta

Dada la implementación de la propuesta se obtiene los beneficios cuantificados en aumento de productividad y ahorro en la gestión de compras de parihuelas EAN.

Tabla 32: Nueva productividad en procesos de reparación y soporte del turno mañana

Turno mañana	Habilitado	Clavado	Asperjado	Abastecimiento Transito 1	Zona Tratado	Retiro de Zona de Tratado
Propuesta	355	355	2240	415	2240	2240
Actual	285	285	1111	285	1111	1111
% Incremento	24.5%	24.5%	101.6%	45.7%	101.6%	101.6%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Nueva productividad en procesos de reparación y soporte del turno tarde

Turno tarde	Habilitado	Clavado	Asperjado	Abastecimiento Transito 1	Zona Tratado	Retiro de Zona de Tratado
Propuesta	355	355	2240	415	2240	2240
Actual	225	225	1054	225	1054	1054
% Incremento	57.7%	57.7%	112.5%	84.6%	112.5%	112.5%

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, las siguientes cuotas diarias como máximo alcanzan las siguientes cifras:

Tabla 34: Cuotas diarias máximas

Turno mañana	Habilitado	Clavado	Asperjado	Abastecimiento Transito 1	Zona Tratado	Retiro de Zona de Tratado
Propuesta	710	710	4480	829	4480	4480

Fuente: Elaboración propia

Es así que se cubren las cuotas máximas definidas en el pronóstico 2020:

- ✓ Despachos: 2932 unidades proyectadas frente a 4480 unidades asperjadas con la nueva distribución de layout.
- ✓ Reparación: 708 unidades proyectadas frente a 710 unidades reparadas con la nueva distribución de layout.

Con el aumento de productividad en las operaciones se logra esencialmente dos cosas principales: Disminuir la utilización del almacén frente la situación actual e incrementar el nivel de servicio, la lógica es la siguiente:

- ✓ Incremento de parihuelas aptas → evita la compra de parihuelas de segunda → baja la utilización del almacén con aglomeradas cantidades.
- ✓ Incremento de despachos → incrementa el nivel de servicio (Fill Rate =100%) y rotación de activos.

La propuesta de mejora evita la compra de 7,500 parihuelas por año colocando finalmente al indicador de utilización de parihuelas EAN en un rango aceptable de 70 a 90% (Ver Figura 39). En el ANEXO 12: CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO se ve detalladamente el cálculo del indicador de utilización para la situación propuesta.

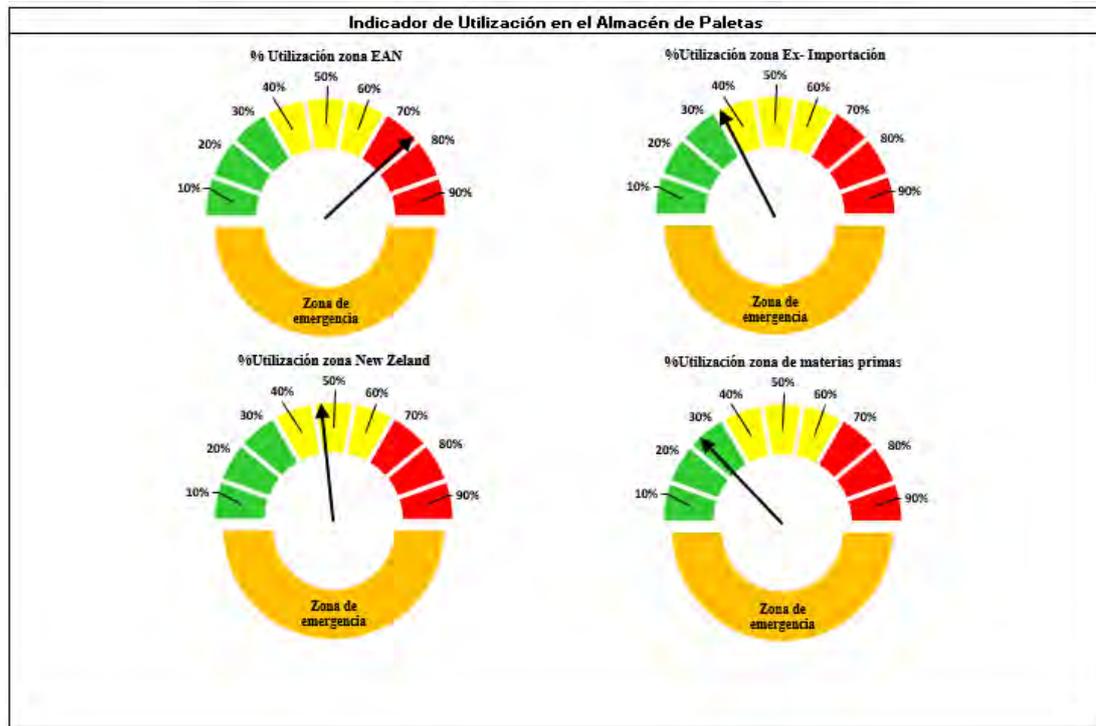


Figura 39: Indicador de utilización con la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

De forma resumida los beneficios afectan directamente a:

- ✓ **Indicador principal:** Fill rate (incremento en cantidad y calidad de despacho de activos de giro tratados)
- ✓ **Reducción de compras de parihuelas de segunda.**
- ✓ **Indicador de Utilización del almacén:** Sin sobrepoblación de parihuelas y con un incremento en la rotación de activos.

5 CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En aras de incrementar las métricas seleccionadas en el capítulo 2.6.1, tales como el nivel de servicio, efectividad en el proceso de reparación y asperjado, y en normalizar el indicador de utilización del almacén en el rango aceptable establecido por la empresa es que se deben ejecutar una sucesión de inversiones compuesto por: rediseño de layout, adquisición de máquina y contratación del personal.

Para poder determinar los costos de la implementación de las propuestas de mejora se elabora el detalle de costo de este trabajo para comenzar se debe llevar a cabo la reestructuración del layout del almacén, para ello se requiere realizar obras civiles, instalaciones sanitarias y eléctricas en la Figura 40 y 41 se muestra los exteriores e interiores que se proyecta para el diseño del almacén.



Figura 40: Diseño exteriores propuesta de mejora 1

Fuente: Calaminon S.A.C (2019)



Figura 41: Diseño estructura metálica propuesta de mejora 1

Fuente: Calaminon S.A.C (2019)

Más adelante en la Tabla 35 se observa los costos en los que se incurre cuando se realice el rediseño del Layout ya que la nueva distribución de espacios exige la instalación de puntos de aire, corriente, así como también la instalación de servicios higiénicos, algo que en la actualidad no cuenta el almacén, por lo tanto exige requerimiento de materiales, así mismo la apertura de una puerta para el despacho requerirá de una caseta para el control de activos. Es entonces que, varios aspectos que se han incorporado en el nuevo diseño del layout requieren de materiales como puertas, casetas, lavatorios, entre otros, el detalle de los requerimientos se enlista en el apartado 5.1 y los gastos de personal que se requieren como mejora se enlistarán en el punto 5.2 seguidamente.

5.1 Detalle de costos de implementación rediseño de layout

Como se puede ver en la Tabla 35 la inversión es fuerte por la compra de techo calamina y exteriores muy aparte de cubrir la superficie con un material de noble en este punto se ha optado por paneles termo aislantes para alejar el calor y la humedad de las parihuelas, por otro lado se empleará la forma tradicional de almacenamiento por tarimas ya que facilita la estiba de la carga y se tiene establecido los límites de seguridad a 24 parihuelas por ruma a ello se le adiciona la justificación por el manejo de activos establecido por la empresa es FIFO, es decir se le da prioridad de salida al activo que ingresa primero al almacén; por estas razones se emplea el arrume de tarimas y no hay necesidad de la instalación de racks.

Tabla 35: Costos de implementación

Descripción	Unidad	Precio unitario (S/)	Cantidad	Precio Total
Obras civiles				
Cabina de Fumigación	m2	75.1	66	S/ 4,957
Zona de limpieza	m2	45.0	66	S/ 2,970
Cabina de Carpintero	m2	45.0	129	S/ 5,805
Techo de calamina + exteriores	m2	43.4	3896	S/ 169,242
Estructura metálica	m2	14.9	3896	S/ 57,856
Cabina zona tratadas	m2	43.4	61	S/ 2,650
Levantar pared puertas fumigación	Unidad	150.0	2	S/ 300
Caseta despacho	Unidad	1050.0	1	S/ 1,050
Baño	m2	45.0	34	S/ 1,530
Pintado y señalización de áreas	m2	85.0	25	S/ 2,125
Mano de Obra	Unidad	15,000.0	1	S/ 8,000
Instalaciones sanitarias				
Tuberia de PRR 1/2"	ml	9.4	10	S/ 94
Tuberia de C-PVC 1/2"	ml	10.1	10	S/ 101
Salida de agua para griferia	pto	43.1	4	S/ 172
Tuberia de PVC 2" (Desague)	ml	15.2	10	S/ 152
Salida de agua para griferia	pto	40.3	4	S/ 161
Set de baño	jgo	164.0	4	S/ 736
Lavatorio acero inoxidable	m2	260.0	2	S/ 520
Caseta metálica baño	unid	100.0	4	S/ 400
Puerta baño	unid	250.0	1	S/ 250
Piso baño	m2	13.0	7	S/ 91
Instalaciones eléctricas				
Tuberia 25 mm PVC - SAP	ml	8.5	8	S/ 68
Salida para tomacorriente	pto	44.4	10	S/ 444
Salida para interruptor simple	pto	43.4	10	S/ 434
Salida para centro de luz	pto	46.2	10	S/ 462
Tomacorriente bipolar	unid	25.9	10	S/ 259
Interruptor simple 1	unid	18.3	10	S/ 183
Luminaria campana Led	unid	450.0	38	S/ 17,100
Focos para baño y zona de pintado	unid	25.0	4	S/ 100
Puntos de aire	unid	150.0	2	S/ 300
Exteriores				
Puertas	unid	2400.0	2	S/ 4,800
Canaleta	unidad	62.9	110	S/ 6,919
Mesa y silla para caseta	unidad	160.0	1	S/ 160
TOTAL				S/ 290,229

Fuente: Elaboración propia

El aseo, la seguridad y el orden del almacén también se ven mejorados por esta inversión que asciende a los S/ 290,229.

En el ANEXO 13: LISTADO DE IMPLEMENTOS REDISEÑO se visualiza ver con mayor detalle la lista de proveedores y especificaciones técnicas para los gastos de rediseño de layout, detalles de instalaciones eléctricas, hojas técnicas de los materiales entre otros.

5.2 Detalle de costos adquisición máquina y mano de obra operario

No solo el rediseño del almacén forma parte de la inversión inicial, también se debe detallar la compra de un montacarga, el cual ya pasaría a formar parte de un activo fijo dentro de la empresa, en esta misma inversión se está incorporando la compra de una aspiradora de 1300 w para la absorción de polvo e insectos, según la normativa de calidad vista en el capítulo 4.1.1 punto 5. La adquisición de ambos activos equivale a S/ 58,5783 sin IGV.

Tabla 36: Detalle costo de activos

Descripción	Costo de la compra	T.C.	Total
Adquisición de un Montacarga	\$15,560	3.6	S/ 56,483
Adquisición aspiradora 1300w	\$639	3.6	S/ 2,300
Total inversión de activos			S/ 58,783

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, con respecto a la contratación del personal la evaluación del gasto es de manera mensual, y hace referencia a tres horizontes comprometidos: control, productividad y soporte de la operación. Primero, el requerimiento debido al nuevo diseño de layout exige la contratación de un personal en turno mañana y tarde para el control en la puerta de despacho función que cumple el puesto de inventariador de almacén, el principio básico en el almacén visto en el capítulo 1.2.1 refuerza esta idea, a unos metros cerca en el área de reparación según el requerimiento de personal visto en el punto 4.1.3.3 se requieren de manera adicional 2 personas en el sub proceso de

habilitado para equilibrar la carga de trabajo y elevar la productividad del área de reparación y finalmente en el soporte de área operativa se requiere de dos montacarguistas (turno mañana y tarde), la contratación del personal en requerimiento de la propuesta de mejora se realizará por tercerización como viene empleando la empresa en estudio. A continuación, el gasto mensual por mano de obra se registra de manera resumida en la siguiente Tabla 37.

Tabla 37: Inversión mensual- mano de obra

Puesto	Cantidad	Sueldo	Costo laboral	Costo total
Inventariador despacho	2	S/ 1,350	S/ 486	S/ 3,672
Habilitado EAN	2	S/ 1,200	S/ 540	S/ 3,480
Montacarguista	2	S/ 1,680	S/ 756	S/ 4,872
				S/ 12,024

Fuente: Elaboración propia

El gasto mensual por el personal en ambos turnos equivale a S/12,024 mensuales. De toda la inversión vista a detalle se desarticula en dos grupos: Inversión fija y mensual.

- ✓ **Inversión única o fija:** Rediseño de layout, adquisición de elevadora y aspiradora industrial. *Ver Tabla 38*
- ✓ **Inversión mensual:** Mano de obra *Ver Tabla 37*

Tabla 38: Resumen de inversión fija

Componente de Inversión fija	Precio total
Rediseño del Layout	S/ 290,229
Adquisición de un Montacarga	S/ 56,483
Adquisición aspiradora 1300w	S/ 2,300
Inversión inicial 2020	S/ 349,012

Fuente: Elaboración propia

5.3 Beneficios esperados de la implementación

A continuación, se presenta los beneficios de la implementación de ambas propuestas de mejora:

5.3.1 Ahorro por fumigadores

Debido al incremento de productividad incentivado por la nueva propuesta de diseño de layout y con el soporte del montacarguista en el turno mañana y tarde es que se suprime la necesidad del servicio de fumigación en el turno noche lo cual origina un ahorro anual para la empresa de 39,072 nuevos soles.

5.3.2 Aumento de la productividad

El incremento de unidades reparadas y fumigadas dentro del proceso de tratamiento de las parihuelas origina un incremento en el nivel de servicio, lo cual agrega un ingreso por costo de oportunidad de 722,280 unidades atendidas al año equivalentes a 36,114 nuevos soles en nivel de servicio en atención a sus clientes.

5.3.3 Ahorro en compra de parihuelas

Revisado anteriormente en el indicador de utilización del almacén, la situación de almacenamiento se encuentra abarrotada de parihuelas aptas debido a la compra de parihuelas de segunda mano requeridas como stock de seguridad, con la implementación de la propuesta de mejora se genera rotación a los activos y esto evita que se compren parihuelas de segunda mano ya que la cantidad de parihuelas reparadas por día aumenta convirtiéndolas en parihuelas aptas y listas para pasar tratamiento por el proceso de fumigación. El ahorro anualizado por la no compra de parihuelas asciende a 7,500 unidades por año, equivalentes a 283,200 soles.

5.4 Flujo de caja del proyecto

Después de cuantificar la inversión y beneficios de la propuesta de mejora se procede a evaluar la viabilidad económica de la inversión para ello se analizará los flujos de caja con un horizonte de tres años, con un inicio de la inversión fija en el año cero y desde el siguiente año se cuentan con flujos positivos generados por el ahorro de las propuestas de mejora y los ingresos por la depreciación del activo montacarga, en

contraparte como flujos negativos se tiene el gasto por contratación anual del personal operativo. Una vez descontados los flujos se procederá a evaluar el proyecto bajo los principales indicadores de evaluación económica.

La tasa de descuento con la cual se evaluará la rentabilidad del proyecto de mejora es de 12% brindado por la empresa en estudio, tasa que espera en rentabilidad de inversión en un proyecto distinto al propuesto, establecido el costo de oportunidad la evaluación del proyecto radica en el resultado de los siguientes indicadores:

VAN: Valor presente Neto flujo de caja económico

TIR: Tasa interna de retorno

B/C: Relación beneficio costo

Los valores son obtenidos del flujo de caja (Ver Tabla 39) dando como resultado los siguientes indicadores.

- a) **VAN:** S/142,864 resultado mayor a cero, entonces se concluye que el proyecto es viable.
- b) **TIR:** 35% resultado mayor que el costo de oportunidad (12%), entonces se concluye que el proyecto es viable.
- c) **B/C:** 1.21 resultado mayor a 1, proyecto viable.

Tabla 39: Flujo de cada de proyecto

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Tasa de descuento actualizada	1	0.98	0.95	0.93
Ingresos				
Incremento de parihuelas despachadas		S/ 36,114	S/ 34,308	S/ 31,907
Reducción de compra de parihuelas aptas		S/ 283,200	S/ 269,040	S/ 250,207
Reducción personal de fumigación		S/ 39,072	S/ 37,118	S/ 34,520
Depreciación		S/ 1,694	S/ 1,661	S/ 1,544
Total de Ingresos	0	S/ 360,080	S/ 342,127	S/ 318,178
Gastos administrativos (personal)		S/144,288	S/137,074	S/127,478
Total de Egresos	0	S/ 144,288	S/ 137,074	S/ 127,478
Inversión rediseño layout	S/ 290,229			
Inversión montacargas	S/ 56,483			
Inversión aspiradora	S/ 2,300			
Total inversión	S/ 349,012			
Flujo Efectivo	-S/ 349,012	S/ 215,792	S/ 205,054	S/ 190,700
CPPC estimado	12%			
TIR Horizonte de evaluación	35%			
VNA	S/491,876	Valor neto presente		
VAN Horizonte de Evaluación	S/142,864	Valor actual neto		
B/C	1.21			
PRI	1.65			

Fuente: Elaboración propia

6 CAPITULO 6: Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

La recolección de información necesaria y establecer indicadores de medición permitió detectar la problemática y establecer un punto de partida para la mejora.

La baja productividad de los procesos operativos tiene origen en la falta de abastecimiento de parihuelas a causa de los cruces en el layout actual y la falta de disponibilidad de una personal de soporte operativo como es el montacarguista.

La escasez de parihuelas aptas genera compras adicionales, ya que en la situación actual se cuenta con demasiada de parihuelas dañadas lo cual generaba compras adicionales que mantenían el almacén abarrotado.

El nivel de servicio es afectado directamente por la baja disponibilidad de parihuelas tratadas.

Rediseñar el layout en forma de U genera mayor flujo en las operaciones continuas que exige el tratamiento de parihuelas, y evita la contaminación cruzada que se da entre el despacho y recepción de activos.

Balancear la carga de trabajo en los procesos de reparación genera un equilibrio en la distribución del trabajo en equipo y aumenta la productividad generando incremento en los indicadores de rendimiento de reparación +28% y asperjado de parihuelas +52%, y un ahorro por la reducción de fumigadores en el turno noche S/39,072.

Establecer el ciclo de trabajo en cada proceso productivo origina un trabajo organizado para las actividades de soporte del montacarguista a favor del flujo continuo en las operaciones.

Emplear proyecciones de la demanda para el diseño de los ciclos productivos y definición de espacios de trabajo ofrece una gran ventaja a la logística interna para que se encuentre preparado a las necesidades futuras que requiera la cadena logística.

Crear entradas independientes genera que el abastecimiento sea oportuno y no limitado.

El rediseño del layout y la adquisición del personal crean un mayor flujo de operación en los procesos de reparación dando como resultado un mayor nivel de servicio en una de las áreas de la logística interna de la empresa bajo el incremento de stock de parihuelas tratadas que traen consigo mayor disponibilidad.

La implementación de las propuestas de mejora, genera mayor seguridad, incremento de la productividad y sobre todo un mejor nivel de servicio en la atención a sus clientes, finalmente reflejados en el Fill Rate con valor de 99.8%, elevar la disponibilidad de parihuelas tratadas trae consigo un ahorro anualizado de S/283,200 por la omisión de órdenes de compra de parihuelas de segunda mano.

En base al análisis de la situación actual de la empresa en estudio, comparado con el gasto financiero y beneficios esperados de la implementación de las propuestas de mejora, se concluye que la implementación es factible con un VAN de S/142,864 > 0 y un TIR de 35% > COK (12%).

6.2 Recomendaciones

Es recomendable que los nuevos operarios tanto de operación como administrativo se encuentren bien capacitados para que no afecten el rendimiento del equipo operativo y el de control de activos, respectivamente.

Establecer en el área de limpieza parihuelas zonas de cuarentena para las parihuelas que se encuentren muy sucias y zona de bloqueadas para dar de baja según la normativa 1 y 4 por la FDA. Emplear cintas delimitantes de amarillo y rojo para cuarentena y bloqueadas respectivamente.

Se aconseja actualizar el procedimiento de limpieza de parihuelas y se incluya el descarte de parihuelas hongueadas o con insectos con la finalidad de respetar la normativa de la FDA vista en el capítulo 4.1.1.

Se recomienda emplear el método de regresión lineal antes que una línea de tendencia polinómica de grado 3 ya que brinda menos precisión en la proyección.

Emplear el uso de ubicación por popularidad dado que favorece en el menor tiempo de atención de los productos de mayor rotación y evita las colas de espera de los clientes internos.

Una supervisión al personal nuevo es fundamental para corregir los errores existentes y se obtenga un menor margen de error en los tiempos estándar y con ello se cumplan los ciclos de trabajo en los tiempos establecidos.

Se recomienda generar auditorías internas de frecuencia quincenal con la finalidad de que se cumplan las normativas de la FDA y calidad y queden como una cultura insertada en la gestión de los activos.

De las auditorías internas recomendadas se sugiere levantar inconformidades con lecciones de punto, capacitaciones para que se cumplan las normativas que debe cumplir el almacén de activos de giro de la empresa en estudio.

Dado el incremento de rotación de activos originado por la propuesta de mejora se recomienda establecer una buena política de devolución de activos con la finalidad de asegurar el de retorno de activos y no se carezca de stock en el almacén.

De las normativas establecidas por la FDA es recomendable generar formatos con el procedimiento para ejecutar la segregación de parihuelas contaminadas, hongueadas, acompañado de una capacitación del personal operativo y administrativo involucrado con la finalidad que se cumplan los requerimientos establecidos por el ente estadounidense, punto 2 y 4 vistos en la *Tabla 16 Normativas de calidad*.

7 BIBLIOGRAFÍA

Anaya, J.

(2007). *Logística Integral: la gestión operativa de la empresa (3era edición)*. Madrid: ESIC.

Calaminon S.A.C.

(2019). *Calaminon*. Obtenido de Proyectos en Industrial de consumo masivo: <<http://www.calaminon.com/proyectos/industria.html>>

Carreño Solis, A.

(2011). *Logística de la A a la Z*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Chase, R., & Jacobs, F.

(2009). *Administración de Operaciones . Producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.

Chopra, S., & Meindl, P.

(2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.

Currie, R.

(1979). *Análisis y medición del trabajo* . México: Editorial Diana.

Escudero Serrano, J.

(2019). *Google books*. Obtenido de Logística de almacenamiento: <<https://books.google.com.pe/books?id=vcSPDwAAQBAJ&pg=PA84&dq=sistemas+de+almacenaje&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwih2MX3zMnkAhWrCrkGHSP2BRUQ6AEIWjA#v=on>>

Frazelle, E.

(2007). *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Bogotá: Norma.

FDA Organization.

(2018) *U.S Food and Drug Administration Obtenido de* < <https://www.fda.gov/about-fda/fda-basics/que-hace-la-fda>>

García, C.

(1984). *Almacenes Planeación, organización y control*. México: Trillas.

Heizer, J., & Render, B.

(2014). *Principios de administración de operaciones*. Madrid: Pearson Educación.

Internaco S.A.

(2018). Obtenido de Manual de transpaletas: <<https://benza.es/fr/transpaletas/295-transpaleta-manual-benza-bz-251150.html>>

Kanawaty, G.

(1996). *Estudio de tiempos: selección y cronometraje*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Krajewski, L., & Ritzman, L.

(2008). *Administración de operaciones*. México: Pearson Educación.

Krick, E. (1971). *Medición del trabajo*. México: Limusa- Wiley S.A.

Macías Vera, R.

(2019). *Almacenamiento, bodegaje y manejo de montacargas*. Obtenido de <<https://docplayer.es/108024716-Almacenamiento-bodegaje-y-manejo-de-montacargas.html>>

Meyers, F.

(2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. México: Pearson Educación.

Niebel, B., & Freivalds, A.

(2005). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo* (págs:373-397). México: Alfaomega.

Now Ideas.

(2016). *Marca líder en elevadoras retráctil*. Obtenido de <<https://blogs.unsw.edu.au/nowideas/blog/2016/09/jungheinrich-marca-lider-en-carretillas-elevadoras/>>

Palacios Acero, L.

(2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos* (págs.182-199). Bogotá: Ecoe Ediciones.

Salazar López, B.

(2019). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-almacenes/diseño-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribucion/>>

Sandoval, I.

(2019). *SlideShare*. Obtenido de <<https://www.slideserve.com/ikia/fundamentos-de-diseño-del-espacio-de-almacenamiento>>

Schroeder, R., & Meyer Goldstein, S.

(2005). *Administración de operaciones*. México: Mc Graw Hill.

Sistemas y Proyectos. (2019). *Sistema de almacenaje y accesorios S.A.* Obtenido de <<https://www.logisticaproductiva.com/sistemas-de-almacenaje.html>>

Torresgal S.A.

(2019). Obtenido de Carretillas trilaterales:

<<https://www.torresgal.com/project/carretillas-trilaterales/>>

Zona Logística. (2013).

SlideShare. Obtenido de Diseño óptimo de centros de distribución:

<<https://es.slideshare.net/RevistaZonaLogstica/ii-diseo-optimo-de-centros-de-distribucion-16983192>>



ANEXO 2: RENDIMIENTO HISTORICO DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Rendimiento semanal de parihuelas reparadas finalizadas por turno de trabajo

Promedio de Indicador rendimiento en reparación	Turnos de trabajo			Total general
	Etiquetas de fila	mañana	tarde	
S1 Abril		62%	54%	58%
S2 Abril		71%	59%	65%
S3 Abr		75%	50%	62%
S4 Abr		65%	61%	63%
S1 Mayo		69%	66%	68%
S2 Mayo		65%	60%	63%
S3 May		64%	57%	60%
S4 Mayo		71%	67%	69%
S1 Junio		76%	67%	71%
S2 Jun		74%	65%	69%
S3 Jun		71%	63%	67%
S4 May		66%	68%	67%
S4 Jun		79%	62%	70%
Total general		70%	61%	66%

Rendimiento semanal parihuelas asperjadas finalizadas por turno

Semana	Turno mañana	Turno tarde	Turno noche
S1 Abr	50%	44%	31%
S2 Abr	50%	45%	27%
S3 Abr	52%	50%	29%
S4 Abr	48%	43%	37%
S1 May	48%	39%	33%
S2 May	49%	40%	41%
S3 May	46%	51%	35%
S4 May	46%	47%	38%
S5 May	46%	49%	32%
S1 Jun	38%	38%	38%
S2 Jun	50%	50%	38%
S3 Jun	42%	56%	33%
S4 Jun	46%	47%	30%
Total general	47%	46%	34%

ANEXO 3: ESTUDIO DE TIEMPOS TRATAMIENTO DE PARIHUELAS

Para el estudio de tiempos, se decidió elegir el método de medición por contómetros durante un lapso de 3 horas aproximadamente para la toma de tiempos, obteniendo la lectura de 50 paletas a lo largo de las actividades:

Descarga		Selección		Pelado		Clavado		Sopleteado		Etiquetado		Fumigado		Despacho	
Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:32:25	12:59:25	13:03:37	13:05:25	13:06:01	13:07:49	13:07:53	13:07:55	13:10:21	13:10:23	13:11:59	13:43:47	13:42:50
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:31:49	12:58:13	13:00:01	13:01:13	13:01:49	13:02:25	13:02:26	13:02:28	13:03:44	13:03:47	13:08:27	13:46:51	13:46:53
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:32:25	12:53:25	12:58:13	13:00:01	13:01:49	13:02:25	13:02:28	13:02:30	13:03:06	13:03:06	13:05:44	13:41:44	13:41:45
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:32:25	13:08:25	13:10:49	13:12:37	13:13:13	13:15:37	13:15:40	13:15:42	13:16:19	13:16:21	13:19:29	13:52:29	13:52:31
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:33:01	12:57:01	13:01:13	13:03:01	13:03:37	13:06:01	13:06:03	13:06:05	13:08:30	13:08:33	13:13:33	13:45:21	13:45:24
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:32:25	12:54:37	12:59:25	13:00:37	13:01:49	13:04:13	13:04:14	13:04:16	13:07:18	13:07:20	13:08:56	13:43:08	13:43:09
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:32:25	12:56:25	13:01:13	13:03:01	13:03:37	13:06:37	13:06:40	13:06:42	13:08:32	13:08:35	13:12:39	13:53:27	13:53:29
12:00:00	12:00:01	12:00:37	12:33:01	13:10:49	13:13:49	13:15:37	13:16:13	13:18:01	13:18:04	13:18:06	13:19:22	13:19:22	13:23:12	13:55:36	13:55:39
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:32:26	13:06:38	13:10:50	13:12:38	13:14:26	13:17:26	13:17:30	13:17:32	13:19:21	13:19:24	13:22:47	13:55:47	13:55:48
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:02	13:07:14	13:10:50	13:12:38	13:14:26	13:16:14	13:16:15	13:16:17	13:17:30	13:17:33	13:19:49	13:55:13	13:55:15
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:38	13:01:50	13:04:14	13:06:02	13:07:14	13:08:26	13:08:29	13:08:31	13:10:22	13:10:24	13:11:48	13:50:12	13:50:15
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:02	13:03:02	13:06:02	13:07:50	13:09:38	13:10:50	13:10:53	13:10:55	13:13:21	13:13:24	13:15:55	13:55:31	13:55:33
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:38	12:58:14	13:01:50	13:02:26	13:04:14	13:04:50	13:04:52	13:04:54	13:07:20	13:07:20	13:10:35	13:51:59	13:52:00
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:38	13:06:38	13:08:26	13:09:02	13:10:14	13:11:26	13:11:30	13:11:32	13:14:36	13:14:38	13:17:07	13:48:55	13:48:57
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:02	13:03:02	13:05:26	13:06:02	13:06:38	13:09:38	13:09:39	13:09:41	13:11:29	13:11:32	13:14:19	14:02:19	14:02:22
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:02	12:57:02	12:58:50	13:00:02	13:00:38	13:02:26	13:02:29	13:02:31	13:04:56	13:04:59	13:09:39	13:51:03	13:51:05
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:34:14	12:56:26	13:00:02	13:00:38	13:01:50	13:03:02	13:03:05	13:03:07	13:03:44	13:03:46	13:05:46	13:43:34	13:43:35
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:38	13:03:02	13:07:50	13:08:26	13:10:14	13:12:02	13:12:04	13:12:06	13:14:33	13:14:36	13:17:43	13:54:55	13:54:57
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:34:14	13:13:14	13:16:14	13:18:02	13:18:38	13:21:02	13:21:06	13:21:08	13:22:22	13:22:22	13:24:36	13:59:24	13:59:27
12:00:00	12:00:01	12:00:38	12:33:38	13:04:50	13:06:38	13:08:26	13:09:38	13:10:14	13:10:15	13:10:17	13:10:55	13:10:57	13:14:26	14:01:50	14:01:52
12:00:00	12:00:01	12:00:39	12:34:15	13:03:39	13:06:03	13:07:51	13:08:27	13:10:51	13:10:54	13:10:56	13:12:48	13:12:51	13:14:14	13:55:02	13:55:03
12:00:00	12:00:01	12:00:39	12:34:15	13:07:15	13:09:39	13:11:27	13:13:15	13:14:27	13:14:31	13:14:33	13:16:58	13:17:01	13:19:29	13:53:05	13:53:07
12:00:00	12:00:01	12:01:13	12:35:25	13:17:25	13:20:25	13:21:01	13:22:49	13:24:37	13:24:40	13:24:42	13:25:56	13:25:59	13:27:22	13:59:46	13:59:49
12:00:00	12:00:01	12:01:13	12:35:25	12:57:01	12:58:49	12:59:25	13:00:01	13:00:37	13:00:41	13:00:43	13:03:07	13:03:09	13:07:09	13:41:57	13:41:58
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:35:26	12:58:50	13:01:14	13:01:50	13:03:38	13:05:26	13:05:27	13:05:29	13:06:06	13:06:09	13:09:01	13:42:37	13:42:39
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:35:26	13:14:26	13:16:50	13:18:02	13:18:38	13:21:02	13:21:05	13:21:07	13:22:22	13:22:24	13:24:20	14:04:32	14:04:34
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:35:26	13:12:02	13:15:02	13:16:14	13:16:50	13:19:14	13:19:18	13:19:20	13:20:34	13:20:37	13:21:53	14:04:29	14:04:31
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:35:26	13:10:14	13:13:50	13:15:38	13:17:26	13:19:50	13:19:53	13:19:55	13:22:55	13:22:58	13:25:14	13:55:50	13:55:52
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:35:26	12:59:26	13:02:26	13:03:02	13:04:50	13:05:26	13:05:30	13:05:32	13:08:35	13:08:38	13:11:25	13:42:01	13:42:04
12:00:00	12:00:01	12:01:14	12:36:02	13:02:26	13:06:02	13:07:50	13:09:38	13:10:14	13:10:15	13:10:17	13:11:31	13:11:34	13:14:26	13:54:38	13:54:40
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:36:39	13:03:39	13:08:27	13:10:15	13:10:51	13:13:15	13:13:16	13:13:18	13:13:55	13:13:58	13:16:09	13:56:21	13:56:22
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:36:03	13:12:03	13:13:51	13:14:27	13:15:03	13:16:51	13:16:54	13:16:56	13:17:35	13:17:38	13:19:54	13:52:18	13:52:20
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:36:39	13:00:03	13:04:15	13:04:51	13:05:27	13:06:03	13:06:06	13:06:08	13:07:58	13:08:00	13:11:12	13:47:12	13:47:15
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:36:03	12:59:27	13:01:15	13:03:03	13:04:51	13:06:39	13:06:41	13:06:43	13:08:33	13:08:36	13:10:31	13:43:31	13:43:33
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:37:15	13:03:39	13:07:51	13:09:39	13:10:51	13:13:15	13:13:19	13:13:21	13:14:01	13:14:01	13:17:27	13:53:27	13:53:28
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:37:15	12:58:15	13:03:03	13:04:15	13:04:51	13:07:15	13:07:18	13:07:20	13:09:45	13:09:48	13:12:23	13:44:11	13:44:14
12:00:00	12:00:01	12:01:15	12:37:15	13:18:03	13:21:03	13:21:39	13:22:51	13:24:03	13:24:06	13:24:08	13:25:20	13:25:23	13:26:46	14:02:10	14:02:11
12:00:00	12:00:01	12:01:49	12:38:25	13:08:25	13:10:49	13:12:01	13:13:13	13:13:49	13:13:51	13:13:53	13:16:18	13:16:21	13:20:04	13:51:52	13:51:54
12:00:00	12:00:01	12:01:49	12:38:25	13:04:13	13:06:01	13:06:37	13:07:49	13:09:01	13:09:05	13:09:07	13:12:07	13:12:10	13:14:02	13:47:38	13:47:40
12:00:00	12:00:01	12:01:49	12:39:01	13:05:25	13:07:13	13:08:25	13:09:37	13:12:01	13:12:04	13:12:06	13:12:43	13:12:46	13:15:02	13:45:38	13:45:40
12:00:00	12:00:01	12:01:51	12:40:15	13:06:39	13:08:27	13:09:03	13:09:39	13:11:27	13:11:31	13:11:33	13:13:58	13:13:58	13:17:24	13:57:36	13:57:39
12:00:00	12:00:01	12:02:25	12:40:13	13:02:25	13:05:25	13:06:37	13:07:49	13:09:37	13:09:41	13:09:43	13:12:47	13:12:50	13:15:54	13:53:42	13:53:44
12:00:00	12:00:01	12:02:25	12:40:13	13:04:13	13:07:13	13:08:25	13:09:37	13:11:25	13:11:26	13:11:28	13:13:16	13:13:16	13:16:42	13:51:30	13:51:31
12:00:00	12:00:01	12:02:26	12:40:50	13:05:26	13:07:14	13:09:02	13:10:14	13:13:14	13:13:17	13:13:19	13:14:31	13:14:33	13:18:17	13:56:41	13:56:43
12:00:00	12:00:01	12:02:26	12:41:26	13:05:26	13:10:14	13:12:02	13:13:50	13:16:14	13:16:15	13:16:17	13:16:56	13:16:58	13:19:46	13:53:22	13:53:25
12:00:00	12:00:01	12:02:26	12:41:26	13:03:38	13:05:26	13:06:38	13:08:26	13:09:38	13:09:41	13:09:43	13:10:21	13:10:24	13:12:40	13:48:40	13:48:42
12:00:00	12:00:02	12:03:01	12:43:49	13:05:25	13:07:49	13:09:01	13:10:49	13:13:49	13:13:51	13:13:53	13:15:06	13:15:09	13:18:16	13:51:52	13:51:54
12:00:00	12:00:02	12:03:02	12:43:14	13:09:38	13:12:38	13:13:50	13:14:26	13:16:14	13:16:18	13:16:20	13:17:00	13:17:02	13:18:38	13:56:26	13:56:29
12:00:00	12:00:02	12:03:02	12:43:14	13:10:14	13:12:02	13:13:14	13:13:50	13:15:38	13:15:39	13:15:41	13:17:29	13:17:32	13:22:12	13:53:24	13:53:26
12:00:00	12:00:02	12:03:02	12:43:50	13:10:50	13:13:14	13:15:02	13:16:14	13:16:50	13:16:54	13:16:56	13:19:22	13:19:25	13:21:53	13:52:29	13:52:31

Con la data resultante se procederá a realizar un análisis de los tiempos efectivos y muertos mediante la diferencia de los tiempos, considerando al tiempo efectivo de las operaciones como aquellas que dan un valor agregado a las paletas.

TIEMPOS POR ACTIVIDADES														Tiempo efectivo	Tiempo muerto	TIEMPO TOTAL	
T. Descarga	T. Transporte	T. Seleccion	T. transporte	T. Pelado	T. Transporte	T. Clavado	T. transporte	T. Sopleteado	T. Transporte	T. Etiquetado	T. Transporte	T. Fumigado	T. Espera				T. Despacho
0:00:01	0:00:36	0:31:48	0:27:00	0:04:12	0:01:48	0:00:36	0:01:48	0:00:04	0:00:02	0:02:26	0:00:02	0:01:36	0:31:48	0:00:03	0:40:46	1:43:50	2:24:36
0:00:01	0:00:36	0:31:12	0:26:24	0:01:48	0:01:12	0:00:36	0:00:36	0:00:01	0:00:02	0:01:16	0:00:03	0:04:40	0:38:24	0:00:02	0:39:36	1:46:53	2:26:29
0:00:01	0:00:36	0:31:48	0:21:00	0:04:48	0:01:48	0:01:48	0:00:36	0:00:03	0:00:02	0:00:36	0:00:00	0:02:38	0:36:00	0:00:01	0:41:43	1:41:45	2:23:28
0:00:01	0:00:36	0:31:48	0:36:00	0:02:24	0:01:48	0:00:36	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:00:37	0:00:02	0:03:08	0:33:00	0:00:02	0:38:39	1:52:31	2:31:10
0:00:01	0:00:36	0:32:24	0:24:00	0:04:12	0:01:48	0:00:36	0:02:24	0:00:02	0:00:02	0:02:25	0:00:03	0:05:00	0:31:48	0:00:03	0:44:43	1:45:24	2:30:07
0:00:01	0:00:36	0:31:48	0:22:12	0:04:48	0:01:12	0:01:12	0:02:24	0:00:01	0:00:02	0:03:02	0:00:02	0:01:36	0:34:12	0:00:01	0:42:29	1:43:09	2:25:38
0:00:01	0:00:36	0:31:48	0:24:00	0:04:48	0:01:48	0:00:36	0:03:00	0:00:03	0:00:02	0:01:50	0:00:03	0:04:04	0:40:48	0:00:02	0:43:12	1:53:29	2:36:41
0:00:01	0:00:36	0:32:24	0:37:48	0:03:00	0:01:48	0:00:36	0:01:48	0:00:03	0:00:02	0:01:16	0:00:00	0:03:50	0:32:24	0:00:03	0:41:13	1:55:39	2:36:52
0:00:01	0:00:37	0:31:48	0:34:12	0:04:12	0:01:48	0:01:48	0:03:00	0:00:04	0:00:02	0:01:49	0:00:03	0:03:23	0:33:00	0:00:01	0:43:06	1:55:48	2:38:54
0:00:01	0:00:37	0:32:24	0:34:12	0:03:36	0:01:48	0:01:48	0:01:48	0:00:01	0:00:02	0:01:13	0:00:03	0:02:16	0:35:24	0:00:02	0:41:21	1:55:15	2:36:36
0:00:01	0:00:37	0:33:00	0:28:12	0:02:24	0:01:48	0:01:12	0:01:12	0:00:03	0:00:02	0:01:51	0:00:02	0:01:24	0:38:24	0:00:03	0:39:58	1:50:15	2:30:13
0:00:01	0:00:37	0:32:24	0:30:00	0:03:00	0:01:48	0:01:48	0:01:12	0:00:03	0:00:02	0:02:26	0:00:03	0:02:31	0:39:36	0:00:02	0:42:15	1:55:33	2:37:48
0:00:01	0:00:37	0:33:00	0:24:36	0:03:36	0:00:36	0:01:48	0:00:36	0:00:02	0:00:02	0:02:26	0:00:00	0:03:15	0:41:24	0:00:01	0:44:09	1:52:00	2:36:09
0:00:01	0:00:37	0:33:00	0:33:00	0:01:48	0:00:36	0:01:12	0:01:12	0:00:04	0:00:02	0:03:04	0:00:02	0:02:29	0:31:48	0:00:02	0:41:40	1:48:57	2:30:37
0:00:01	0:00:37	0:32:24	0:30:00	0:02:24	0:00:36	0:00:36	0:03:00	0:00:01	0:00:02	0:01:48	0:00:03	0:02:47	0:48:00	0:00:03	0:40:04	2:02:22	2:42:26
0:00:01	0:00:37	0:32:24	0:24:00	0:01:48	0:01:12	0:00:36	0:01:48	0:00:03	0:00:02	0:02:25	0:00:03	0:04:40	0:41:24	0:00:02	0:41:59	1:51:05	2:33:04
0:00:01	0:00:37	0:33:36	0:22:12	0:03:36	0:00:36	0:01:12	0:01:12	0:00:03	0:00:02	0:00:37	0:00:02	0:02:00	0:37:48	0:00:01	0:41:06	1:43:35	2:24:41
0:00:01	0:00:37	0:33:00	0:29:24	0:04:48	0:00:36	0:01:48	0:01:48	0:00:02	0:00:02	0:02:27	0:00:03	0:03:07	0:37:12	0:00:02	0:45:15	1:54:57	2:40:12
0:00:01	0:00:37	0:33:36	0:39:00	0:03:00	0:01:48	0:00:36	0:02:24	0:00:04	0:00:02	0:01:14	0:00:00	0:02:14	0:34:48	0:00:03	0:40:48	1:59:27	2:40:15
0:00:01	0:00:37	0:33:00	0:31:12	0:01:48	0:01:48	0:01:12	0:00:36	0:00:01	0:00:02	0:00:38	0:00:02	0:03:29	0:47:24	0:00:02	0:40:11	2:01:52	2:42:03
0:00:01	0:00:38	0:33:36	0:29:24	0:02:24	0:01:48	0:00:36	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:01:52	0:00:03	0:01:23	0:40:48	0:00:01	0:39:56	1:55:03	2:34:59
0:00:01	0:00:38	0:33:36	0:33:00	0:02:24	0:01:48	0:01:48	0:01:12	0:00:04	0:00:02	0:02:25	0:00:03	0:02:28	0:33:36	0:00:02	0:42:48	1:53:07	2:35:55
0:00:01	0:01:12	0:34:12	0:42:00	0:03:00	0:00:36	0:01:48	0:01:48	0:00:03	0:00:02	0:01:14	0:00:03	0:01:23	0:32:24	0:00:03	0:41:44	1:59:49	2:41:33
0:00:01	0:01:12	0:34:12	0:21:36	0:01:48	0:00:36	0:00:36	0:00:36	0:00:04	0:00:02	0:02:24	0:00:02	0:04:00	0:34:48	0:00:01	0:43:06	1:41:58	2:25:04
0:00:01	0:01:13	0:34:12	0:23:24	0:02:24	0:00:36	0:01:48	0:01:48	0:00:01	0:00:02	0:00:37	0:00:03	0:02:52	0:33:36	0:00:02	0:41:57	1:42:39	2:24:36
0:00:01	0:01:13	0:34:12	0:39:00	0:02:24	0:01:12	0:00:36	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:01:15	0:00:02	0:01:56	0:40:12	0:00:02	0:40:29	2:04:34	2:45:03
0:00:01	0:01:13	0:34:12	0:36:36	0:03:00	0:01:12	0:00:36	0:02:24	0:00:04	0:00:02	0:01:14	0:00:03	0:01:16	0:42:36	0:00:02	0:40:25	2:04:31	2:44:56
0:00:01	0:01:13	0:34:12	0:34:48	0:03:36	0:01:48	0:01:48	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:03:00	0:00:03	0:02:16	0:30:36	0:00:02	0:44:58	1:55:52	2:40:50
0:00:01	0:01:13	0:34:12	0:24:00	0:03:00	0:00:36	0:01:48	0:00:36	0:00:04	0:00:02	0:03:03	0:00:03	0:02:47	0:30:36	0:00:03	0:44:58	1:42:04	2:27:02
0:00:01	0:01:13	0:34:48	0:26:24	0:03:36	0:01:48	0:01:48	0:00:36	0:00:01	0:00:02	0:01:14	0:00:03	0:02:52	0:40:12	0:00:02	0:44:22	1:54:40	2:39:02
0:00:01	0:01:14	0:35:24	0:27:00	0:04:48	0:01:48	0:00:36	0:02:24	0:00:01	0:00:02	0:00:37	0:00:03	0:02:11	0:40:12	0:00:01	0:43:39	1:56:22	2:40:01
0:00:01	0:01:14	0:34:48	0:36:00	0:01:48	0:00:36	0:00:36	0:01:48	0:00:03	0:00:02	0:00:39	0:00:03	0:02:16	0:32:24	0:00:02	0:40:13	1:52:20	2:32:33
0:00:01	0:01:14	0:35:24	0:23:24	0:04:12	0:00:36	0:00:36	0:00:36	0:00:03	0:00:02	0:01:50	0:00:02	0:03:12	0:36:00	0:00:03	0:45:21	1:47:15	2:32:36
0:00:01	0:01:14	0:34:48	0:23:24	0:01:48	0:01:48	0:01:48	0:01:48	0:00:02	0:00:02	0:01:50	0:00:03	0:01:55	0:33:00	0:00:02	0:42:14	1:43:33	2:25:47
0:00:01	0:01:14	0:36:00	0:26:24	0:04:12	0:01:48	0:01:12	0:02:24	0:00:04	0:00:02	0:00:40	0:00:00	0:03:26	0:36:00	0:00:01	0:45:36	1:53:28	2:39:04
0:00:01	0:01:14	0:36:00	0:21:00	0:04:48	0:01:12	0:00:36	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:02:25	0:00:03	0:02:35	0:31:48	0:00:03	0:46:31	1:44:14	2:30:45
0:00:01	0:01:14	0:36:00	0:40:48	0:03:00	0:00:36	0:01:12	0:01:12	0:00:03	0:00:02	0:01:12	0:00:03	0:01:23	0:35:24	0:00:01	0:42:52	2:02:11	2:45:03
0:00:01	0:01:48	0:36:36	0:30:00	0:02:24	0:01:12	0:01:12	0:00:36	0:00:02	0:00:02	0:02:25	0:00:03	0:03:43	0:31:48	0:00:02	0:46:25	1:51:54	2:38:19
0:00:01	0:01:48	0:36:36	0:25:48	0:01:48	0:00:36	0:01:12	0:01:12	0:00:04	0:00:02	0:03:00	0:00:03	0:01:52	0:33:36	0:00:02	0:44:35	1:47:40	2:32:15
0:00:01	0:01:48	0:37:12	0:26:24	0:01:48	0:01:12	0:01:12	0:02:24	0:00:03	0:00:02	0:00:37	0:00:03	0:02:16	0:30:36	0:00:02	0:43:11	1:45:40	2:28:51
0:00:01	0:01:50	0:38:24	0:26:24	0:01:48	0:00:36	0:00:36	0:01:48	0:00:04	0:00:02	0:02:25	0:00:00	0:03:26	0:40:12	0:00:03	0:46:47	1:57:39	2:44:26
0:00:01	0:02:24	0:37:48	0:22:12	0:03:00	0:01:12	0:01:12	0:01:48	0:00:04	0:00:02	0:03:04	0:00:03	0:03:04	0:37:48	0:00:02	0:48:15	1:53:44	2:41:59
0:00:01	0:02:24	0:37:48	0:24:00	0:03:00	0:01:12	0:01:12	0:01:48	0:00:01	0:00:02	0:01:48	0:00:00	0:03:26	0:34:48	0:00:01	0:47:17	1:51:31	2:38:48
0:00:01	0:02:25	0:38:24	0:24:36	0:01:48	0:01:48	0:01:12	0:03:00	0:00:03	0:00:02	0:01:12	0:00:02	0:03:44	0:38:24	0:00:02	0:46:26	1:56:43	2:43:09
0:00:01	0:02:25	0:39:00	0:24:00	0:04:48	0:01:48	0:01:48	0:02:24	0:00:01	0:00:02	0:00:39	0:00:02	0:02:48	0:33:36	0:00:03	0:49:08	1:53:25	2:42:33
0:00:01	0:02:25	0:39:00	0:22:12	0:01:48	0:01:12	0:01:48	0:01:12	0:00:03	0:00:02	0:00:38	0:00:03	0:02:16	0:36:00	0:00:02	0:45:36	1:48:42	2:34:18
0:00:02	0:02:59	0:40:48	0:21:36	0:02:24	0:01:12	0:01:48	0:03:00	0:00:02	0:00:02	0:01:13	0:00:03	0:03:07	0:33:36	0:00:02	0:49:26	1:51:54	2:41:20
0:00:02	0:03:00	0:40:12	0:26:24	0:03:00	0:01:12	0:00:36	0:01:48	0:00:04	0:00:02	0:00:40	0:00:02	0:01:36	0:37:48	0:00:03	0:46:13	1:56:29	2:42:42
0:00:02	0:03:00	0:40:12	0:27:00	0:01:48	0:01:12	0:00:36	0:01:48	0:00:01	0:00:02	0:01:48	0:00:03	0:04:40	0:31:12	0:00:02	0:49:09	1:53:26	2:42:35
0:00:02	0:03:00	0:40:48	0:27:00	0:02:24	0:01:48	0:01:12	0:00:36	0:00:04	0:00:02	0:02:26	0:00:03	0:02:28	0:30:36	0:00:02	0:49:26	1:52:31	2:41:57
0:00:03	0:00:05	0:00:45	0:30:22	0:03:08	0:01:53	0:01:49	0:41:20	0:02:14	0:00:02	0:02:29	0:00:03	0:02:07	0:42:34	0:00:03	0:41:03	1:56:51	2:37:54

Finalmente, en el siguiente cuadro se muestra el tiempo de cada una de las actividades, promediando los tiempos obtenidos a partir del análisis realizado:

	Tiempo efectivo	Tiempo muerto
T. Descarga	0:00:03	
T. Transporte		0:00:05
T. Seleccin	0:00:45	
T. transporte		0:30:22
T. Pelado	0:03:08	
T. Transporte		0:01:53
T. Clavado	0:01:49	
T. transporte		0:41:20
T. Sopleteado	0:02:14	
T. Transporte		0:00:02
T. Etiquetado	0:02:29	
T. Transporte		0:00:03
T. Fumigado	0:02:47	
T. Espera		0:42:34
T. Despacho	0:00:03	

ANEXO 4: CALCULO DE AREAS EN LA SITUACION ACTUAL

Zonificado	Almacén o Área de Trabajo	Área disponible (m2)	Posiciones disponibles	Capacidad (Uni)	Área total	% total
Zona de Almacenamiento	Paletas Estándar (EAN)	1148	797	19,933	1,692	40%
	Paletas Ex Importación	386	263	3,938		
	Paletas New Zeland	80	28	552		
	Materia Prima (madera, tacos, listones)	78	50	40,000		
Zonas Operativas	Selección	256	178	4,453	1,206	28%
	Carpintería	90				
	Cabina de fumigado	26				
	Cabina de pintado	17				
	Reparación	220				
	Salida de clavado	50				
	Lavado	202	140	980		
	Secado de lavado	72	50	350		
	Zona de fumigación	153	106	1,488		
	Recepción de jabas	60				
Selección de paletas ex impor	60					
Zonas de Tránsito	Área de Estacionamiento	136			1382	32%
	Área de Descarga	142				
	Área de Tránsito Vehicular	661				
	Área de Tránsito Peatonal	442				
Total					4,280	

ANEXO 5: CALCULO DE UTILIZACION EN EL ALMACÉN

ALMACÉN DE PALETAS

Fecha: 21-Abr

Zonificado	Almacén o Área de Trabajo	Área Útil (m2)	%	Capacidad (und)	Consumo (día)	Cobertura (días)	Stock Actual	Capacidad Almacenam.
Zonas de Almacenamiento	Paletas Estándar (EAN)	960	0%	24,385	3,000	8	25,914	106%
	Paletas Ex Importación	580	0%	3,938	600	7	768	20%
	Paletas New Zeland	53	0%	552	150	4	299	54%
	Materia Prima (madera, tacos, listones)	150	0%	40,000	500	80	8,619	22%
Zonas Operativas	Área de Clasificación	280	0%	--	--	--		
	Área de Carpintería	435	0%	--	--	--		
	Área de Fumigado y Pintado	140	0%	--	--	--		
	Área de Lavado	300	0%	--	--	--		
ÁREA ÚTIL		2,898	68%					
Zonas de Tránsito	Área de Estacionamiento	1,382	32%					
	Área de Descarga							
	Área de Tránsito Vehicular							
	Área de Tránsito Peatonal							
ÁREA TOTAL		4,280	100%					

ANEXO 6: PORCENTAJE DE UTILIZACION DE ESPACIOS EN ALMACEN

Utilización Almacenamiento EAN	Turnos de trabajo			Total general	
	Semanas	Mañana	Noche		Tarde
12/02/2019 - 18/02/2019		106%	108%	108%	108%
19/02/2019 - 25/02/2019		105%	106%	106%	106%
26/02/2019 - 04/03/2019		105%	105%	105%	105%
05/03/2019 - 11/03/2019		104%	107%	105%	105%
12/03/2019 - 18/03/2019		105%	106%	105%	106%
19/03/2019 - 25/03/2019		91%	95%	92%	93%
26/03/2019 - 01/04/2019		73%	74%	72%	73%
02/04/2019 - 08/04/2019		68%	70%	69%	69%
09/04/2019 - 15/04/2019		65%	67%	66%	66%
16/04/2019 - 22/04/2019		60%	60%	62%	61%
23/04/2019 - 29/04/2019		63%	65%	63%	64%
Total general		86%	88%	87%	87%

Almacenamiento Zona de Selección	Turnos de trabajo			Total general	
	Semanas	Mañana	Noche		Tarde
12/02/2019 - 18/02/2019		99%	97%	105%	100%
19/02/2019 - 25/02/2019		90%	89%	97%	92%
26/02/2019 - 04/03/2019		110%	107%	121%	113%
05/03/2019 - 11/03/2019		73%	61%	75%	70%
12/03/2019 - 18/03/2019		85%	76%	91%	84%
19/03/2019 - 25/03/2019		123%	107%	126%	119%
26/03/2019 - 01/04/2019		171%	170%	182%	175%
02/04/2019 - 08/04/2019		173%	174%	183%	177%
09/04/2019 - 15/04/2019		174%	163%	179%	172%
16/04/2019 - 22/04/2019		143%	146%	136%	142%
23/04/2019 - 29/04/2019		92%	86%	105%	94%
Total general		122%	116%	128%	122%

Zona de Lavado	Turnos de trabajo				
	Semanas	Mañana	Noche	Tarde	Total general
12/02/2019 - 18/02/2019		63%	58%	63%	61%
19/02/2019 - 25/02/2019		68%	74%	63%	68%
26/02/2019 - 04/03/2019		0%	0%	0%	0%
05/03/2019 - 11/03/2019		20%	22%	22%	21%
12/03/2019 - 18/03/2019		0%	0%	0%	0%
19/03/2019 - 25/03/2019		0%	0%	0%	0%
26/03/2019 - 01/04/2019		11%	9%	12%	11%
02/04/2019 - 08/04/2019		21%	21%	21%	21%
09/04/2019 - 15/04/2019		21%	21%	21%	21%
16/04/2019 - 22/04/2019		21%	21%	21%	21%
23/04/2019 - 29/04/2019		22%	22%	18%	21%
Total general		22%	23%	22%	22%



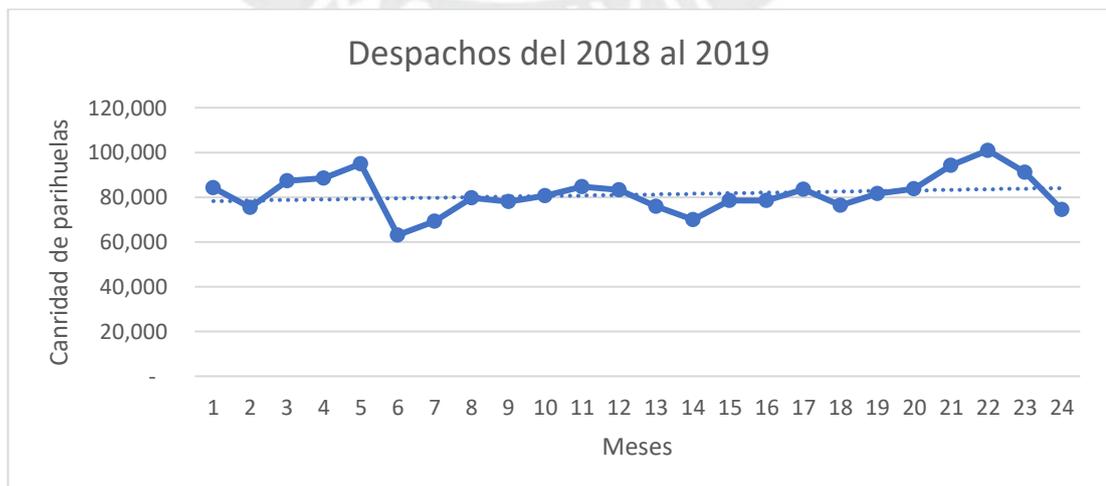
ANEXO 7: HISTORICO PEDIDOS 2019 POR SKU

Tipo de Producto	Demanda Diaria	Demanda Anual		Precio Unitario	Total Valorizado Anual	Porcentaje	% Acumulado	
Paletas EAN	3980	1,034,800	0.44	30.42	S/ 31,478,616	65.20%	65.20%	A
Jabas Negras	2900	754,000	0.32	13.7	S/ 10,329,800	21.40%	86.60%	
Jabas Queseras	1000	260,000	0.11	13.7	S/ 3,562,000	7.38%	93.98%	
Paletas ex importación- Naranja	350	91,000	0.04	10.5	S/ 955,500	1.98%	95.96%	B
Paletas ex importación - celeste Pamolsa	200	52,000	0.02	10.5	S/ 546,000	1.13%	97.09%	
Paletas ex importación - celeste Portola	180	46,800	0.02	10.5	S/ 491,400	1.02%	98.11%	
Paletas ex importación- New Zeland	150	39,000	0.02	10.5	S/ 409,500	0.85%	98.95%	
Paletas ex importación - celeste Azucar	130	33,800	0.01	10.5	S/ 354,900	0.74%	99.69%	
Paletas ex importación- Rojas	30	7,800	0.00	10.5	S/ 81,900	0.17%	99.86%	C
Paletas ex importación- Rosadas	25	6,500	0.00	10.5	S/ 68,250	0.14%	100.00%	
Total			0		S/ 48,277,866	100.00%		

ANEXO 8: CALCULO DEL PRONOSTICO DE UNIDADES DE PARIHUELAS POR PROCEO PRINCIPAL

Para realizar el pronóstico de la capacidad proyectada que quiere abastecer el almacén de jabas y paletas, en primer lugar, se tiene que determinar el patrón de las operaciones más importantes: Recepción, Despachos y Reparadas, considerando la data histórica de las unidades mensuales (de junio 2017 hasta diciembre 2019) se obtienen los siguientes números:

Despachos			
mes/ año	2017	2018	2019
Enero	90,941	84,230	75,943
Febrero	80,239	75,427	69,948
Marzo	90,869	87,215	78,470
Abril	95,393	88,397	78,419
Mayo	94,722	95,015	83,578
Junio	89,451	63,082	76,455
Julio	72,748	69,267	81,598
Agosto	95,625	79,646	83,715
Septiembre	94,367	78,160	94,248
Octubre	99,329	80,553	100,948
Noviembre	89,556	84,758	91,125
Diciembre	95,025	83,219	74,433
TOTAL	1,088,265	968,969	988,880



Recepciones			
mes/ año	2017	2018	2019
Enero		84,428	69,058
Febrero		77,617	66,034
Marzo		87,763	78,671
Abril		88,414	80,500
Mayo		93,816	83,790
Junio	60,034	63,507	78,361
Julio	91,916	68,942	82,957
Agosto	94,667	76,215	86,506
Setiembre	94,667	74,561	89,918
Octubre	99,588	78,585	98,155
Noviembre	87,632	78,719	90,071
Diciembre	93,816	94,374	84,743
TOTAL	622,320	966,941	988,764



Reparadas			
mes/ año	2017	2018	2019
Enero	17,493	8,302	13,965
Febrero	14,069	10,676	12,684
Marzo	15,256	8,527	11,547
Abril	13,544	10,500	9,002
Mayo	15,188	12,516	11,074
Junio	13,848	8,690	12,728
Julio	14,790	8,708	14,815
Agosto	15,631	7,061	10,825
Setiembre	15,012	9,330	13,483
Octubre	15,847	11,274	16,771
Noviembre	13,317	13,771	17,259
Diciembre	12,516	11,261	16,052
TOTAL	176,511	120,616	160,205



Las 3 actividades tienen un patrón de tipo Horizontal por lo que tiene un enfoque de pronósticos de modelo asociativo, por tal motivo, se procederá a implementar una proyección con regresión lineal simple y múltiple, y para determinar cuál método es la más preciso se va a definir de acuerdo al Factor de Correlación más próximo a 1. En la siguiente tabla se muestra la ecuación de la línea de tendencia y el R^2 dependiendo de la opción tendencial:

	Recepciones	Despachos	Reparadas
Exponencial	$y = 76775e^{0.0043x}$ $R^2 = 0.0711$	$y = 78028e^{0.0031x}$ $R^2 = 0.0428$	$y = 8436.6e^{0.024x}$ $R^2 = 0.503$
Lineal	$y = 341.48x + 77219$ $R^2 = 0.0714$	$y = 256.56x + 78370$ $R^2 = 0.0439$	$y = 285.63x + 8130.5$ $R^2 = 0.5252$
Logarítmica	$y = 1122\ln(x) + 78927$ $R^2 = 0.0106$	$y = 911.16\ln(x) + 79497$ $R^2 = 0.0076$	$y = 2071.2\ln(x) + 6972.9$ $R^2 = 0.3809$
Potencial	$y = 78529x^{0.0135}$ $R^2 = 0.0098$	$y = 79151x^{0.0108}$ $R^2 = 0.0071$	$y = 7596.3x^{0.1773}$ $R^2 = 0.3791$
Polinómica	$y = 93.25x^2 - 1989.8x + 87321$ $R^2 = 0.2743$	$y = 65.885x^2 - 1390.6x + 85508$ $R^2 = 0.1541$	$y = 14.03x^2 - 65.13x + 9650.5$ $R^2 = 0.5735$

De acuerdo a la comparación realizada, el Factor de Correlación más cercano a 1 para los 3 casos es la opción tendencial Polinómica; sin embargo, se determinó que este tipo de tendencia es preciso dentro del rango de tiempo evaluado, pero no al momento de proyectar, por tal motivo, a pesar de no contar con el segundo mayor R^2 se empleara la **Regresión de Tendencia Lineal** de manera que se estaría trabajando con los promedios.

ANEXO 9: CALCULO DE REQUERIMIENTO POR PUESTO DE TRABAJO

Una vez obtenido la demanda semanal = 4248 parihuelas reparadas se emplea la fórmula de carga de trabajo, en este caso de la situación actual:

$$\text{Cadencia de la línea} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda a atender}}$$

Empleando los datos de la siguiente Tabla 21, visto en el punto 4.1.3.3:

Tiempo de limpieza diaria	20	min
Tiempo neto disponible para la operación	385	min
Días de trabajo semanal	6	días
demanda semanal	4248	unidades

Aplicando la formula descrita anteriormente:

$$\text{Cadencia del equipo actual} = \frac{\frac{385 \text{ min}}{\text{dia}} \times 6 \text{ días} \times 2 \text{ turnos de trabajo}}{4248 \text{ unidades reparadas}}$$

Cadencia del equipo= 1.09 min/ unidad, viene a ser la cadencia que se necesita del equipo para poder atender la demanda semanal, seguidamente se calcula el numero de puestos por proceso con la finalidad de balancear la cantidad de trabajo y fijar la cantidad de operarios para cada puesto, para ello se empleará la siguiente formula:

Para el cálculo de puestos es necesario los siguientes términos:

Tajustado= Los tiempos estándares deben corregirse en función del % de utilización de la línea y la eficiencia de los operarios

Cadencia necesaria=Cadencia o ritmo necesario para satisfacer la demanda

Cadencia de puesto=cadencia de un puesto determinado

Primero, se necesita el T ajustado, en este caso bajo el estudio de tiempos se obtuvo como tiempo medio 3 min para el proceso de habilitado, mientras que, para clavado 2 min, para llegar al número del tiempo ajustado se emplea suplementos como necesidades personales, fatiga, mantenimiento e interrupciones, es decir tiempos adicionales que son necesidades que escapan del ser humano:

En este caso el % de Tsuplementario es de 8.5% razón por la cual a cada tiempo promedio se le agrega este porcentaje, siendo=

Tajustado habilitado= 3.25 min

Tajustado clavado= 2.17 min

En segundo lugar, se halla la cadencia necesaria es decir el ritmo que se tiene que seguir para llegar a la cadencia del equipo.

$$\begin{aligned} \text{Cadencia necesaria habilitado} &= \frac{\text{tiempo ajustado}}{\text{Cadencia del equipo}} \\ &= \frac{3.25}{1.09} = 2.99 = 3 \text{ puestos de trabajo x turno} \end{aligned}$$

$$\text{Cadencia necesaria clavado} = \frac{2.17}{1.09} = 2.00 = 2 \text{ puestos de trabajo x turno}$$

Es decir, la cantidad de puestos de trabajo necesarios para el proceso de habilitado es de 3, con la finalidad de que se cumpla la cadencia del equipo y se satisfaga la demanda semanal objetivo. Una vez calculado el número de puestos necesarios por cada proceso se procede a calcular la cadencia por proceso, para ello se empleará la siguiente formula:

$$\text{Cadencia por proceso} = \frac{T \text{ ajustado}}{N^{\circ} \text{ puestos de trabajo}}$$

Siendo la cadencia por el proceso de habilitado: $3.25/3=1.085$ y en el proceso de clavado: $2.17/2=1.085$, finalmente para hallar la carga de trabajo se recurre a la siguiente formula.

$$\text{Cadencia de trabajo} = \frac{\text{Cadencia por proceso}}{\text{Cadencia del equipo}}$$

Dando los siguientes resultados para ambos procesos=

Habilitado= 1.085/1.09= 100% , Clavado= 1.08/1.09 = 100%

ANEXO 10: CALCULO DEL CICLO DE TRABAJO

Primero se cuenta con los tiempos ajustados por cada actividad:

Actividades	Tiempo ajustado	Unidad de medida	Número de operarios
Habilitado	3.250	min/paleta	3
Clavado	2.170	min/paleta	2
Sopleteo + etiquetado+ fumigado	0.107	min/paleta	1
Abastecimiento transito 1	0.208	min/paleta	1
Abastecimiento asperjado	0.064	min/paleta	
Retiro de paletas asperjadas	0.045	min/paleta	
Retiro paletas reparadas	0.179	min/paleta	

Luego se determina el ciclo de trabajo para el proceso de habilitado:

Habilitado	tiempo disponible	Tiempo ajustado	Cantidad de operarios	Unidades Habilitadas
Ciclo 1	2h 30 min	3.25 min / paleta	3	138
Ciclo 2-1	60 min	3.25 min / paleta	3	55
Ciclo 2-2	90 min	3.25 min / paleta	3	83
Ciclo 3	85 min	3.25 min / paleta	3	78

Turno 1					
Habilitado	tiempo disponible (min)	Tiempo ajustado (min/paleta)	Cantidad de operarios	Unidades Habilitadas	
Ciclo 1	150	3.25	3	138	CICLO 1
Ciclo 2-1	60		3	55	CICLO 2
Ciclo 2-2	90		3	83	CICLO 2
Ciclo 3-1	85		3	78	CICLO 3
Total	385			355	
Turno 2					
Ciclo 3-2	65	3.25	3	60	CICLO 3

Ciclo 4	150		3	138	CICLO 4
Ciclo 5	150		3	138	CICLO 5
Ciclo 6	21		3	19	CICLO 6
Total	385			355	

Ciclo de trabajo para el proceso de clavado:

Turno 1				
Clavado	tiempo disponible (min)	Tiempo ajustado (min/ paleta)	Cantidad de operarios	Unidades Clavadas
Ciclo 1	210	2.17	2	194
Ciclo 2	175			161
Total	385			355
Turno 2				
Ciclo 3	210	2.17	2	194
Ciclo 4	175			161
Total	385			355

Se fija la cantidad de 138 unidades, por consiguiente, desde las 7:30 am hasta las 11 am (inicio del refrigerio) en el proceso de clavado deben finalizarse 194 unidades reparadas, así mismo se requerirá que un montacarguista retire las parihuelas y las encime en pilas de 14 unidades para que estén disponibles en el inicio del proceso de fumigación, donde se tiene una capacidad de 560 unidades para que pasen el proceso de sopleteado, etiquetado y fumigación. Los tiempos para retirar las parihuelas reparadas asciende a 35 min.

El ciclo de trabajo para el proceso de asperjado tiene capacidad de 560 unidades las paletas son asperjadas en rumas de 14 unidades, es decir 40 posiciones y el tiempo total del ciclo es de 60 min.

De la cantidad realizada por ciclo de trabajo se obtienen los espacios necesarios para cada puesto de trabajo, el proceso de habilitado, clavado y asperjado requiere área para 138 ,193 y 560 unidades respectivamente.

En el caso de los procesos de reparación las paletas se enciman en rumas de 7 unidades y en el proceso de asperjado en rumas de 14 unidades, es por ello que las posiciones necesarias son de 20 para transito 1, 28 en tránsito 2 y finalmente el área de asperjado requiere de 40 posiciones.

Actividades	Ciclo de trabajo (unidades)	Tiempo empleado (min)	Posiciones necesarias	Espacio delimitado
Habilitado	138	150	20	Zona tránsito 1
Clavado	194	210	28	Zona tránsito 2
Sopleteo + etiquetado+ fumigado	560	60	40	Zona de fumigación
Abastecimiento tránsito 1	138	29	-	No atribuible
Abastecimiento asperjado	560	36	-	No atribuible
Retiro de paletas asperjadas	560	25	-	No atribuible
Retiro de paletas reparadas	194	35	-	No atribuible

Sin embargo, para las actividades de abastecimiento y retiro de unidades de las zonas de reparación y asperjado no es necesario espacios ya que son actividades que implican traslado mas no almacenaje. En la tabla se muestra el tiempo que requiere cada actividad dependiendo a que zona brinde el servicio, por ejemplo se sabe que el área de habilitado requiere 138 unidades para iniciar su ciclo de trabajo , es por ello que el montacarguista destinará 29 min sólo para abastecer el área de tránsito 1, una vez finalizado el proceso de reparación se requerirá que el montacarguista apile en rumas de 14 unidades las paletas en la zona de fumigación lo cual le tomará un tiempo de 35 min, el abastecimiento de asperjado requerirá de 36 min para entregar 560 unidades que necesita el proceso de asperjado para iniciar su ciclo de trabajo , y el retiro de las unidades asperjadas empleará 25 min dado la distancia entre retirar y trasladar hacia el área de despacho.

ANEXO 11: CALCULO DE M2 EN EL ALMACEN.

Primero con las posiciones calculadas en la tabla 25 o ANEXO 10 se multiplica por el área que requiere un tipo de parihuela:

	Unidades/ ruma	Área= L*A	Alto
Paletas EAN	25	1.44	3.50
Paletas Ex importación	15	1.47	
Paletas New Zeland	20	2.88	

Zonificado	Almacén o Área de Trabajo	Tipos	Área disponible (m2)	Posiciones disponibles	Capacidad (Uni)	Área total	% total
Zona de Almacenamiento	Paletas Estándar (EAN)	Aptas	328	228	5,690	1,546	36%
		Dañadas	426	296	7,395		
		Tratadas	120	83	2,083		
		Stock Seguridad	249	173	4,330		
	Materia Prima (madera, tacos, listones)	66	42	33,600			
	Paletas New Zeland	92	32	642			
Zonas Operativas	Paletas Ex Importación	264	180	2,696	1,341	31%	
	Selección	256	178	4,453			
	Carpintería y zona mp	198					
	Tránsito 1	30	21	146			
	Habilitado	102	71	496			
	Clavado	102	71	496			
	Secado de parihuelas	96	40	560			
	Tránsito 2	42	29	204			
	Fumigado	107	74	1,042			
	Limpieza	43					
	Pintado	43	29	204			
	Selección de paletas ex impor	60	20	140			
	Lavado	202					
	Zonas de Tránsito	Recepción jabs	60				
Área de Estacionamiento y baño		321	si				
Recepción de parihuelas		142	si				
Tránsito Vehicular y peatonal		716					
Total	Espacio entre cerco y zona útil	73			4,280	100%	
	Despacho parihuelas	142	si				
			4280				

ANEXO 12: CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

ALMACÉN DE PALETAS

Zonificado	Almacén o Área de Trabajo	Área Útil (m2)	%	Capacidad (und)	Consumo (día)	Cobertura (días)
Zonas de Almacenamiento	Paletas Estándar (EAN)	1,123	0%	19,499	3,000	6
	Paletas Ex Importación	264	0%	2,696	600	4
	Paletas New Zeland	92	0%	642	150	4
	Materia Prima (madera, tacos, listones)	66	0%	33,600	500	67
Zonas Operativas	Clasificación de activos	376	0%		--	
	Carpintería	198	0%			
	Fumigado y Pintado	150	0%			
	Lavado	298	0%			
	Reparación	276				
ÁREA ÚTIL		2,843	67%			
Zonas de Tránsito	Área de Estacionamiento	1,394	33%			
	Área de Descarga					
	Área de Tránsito Vehicular					
	Área de Tránsito Peatonal					
ÁREA TOTAL		4,237	100%			

Fecha: 21-Abr

<i>Stock Actual</i>	<i>Capacidad Almacenam.</i>
14,000	72%
768	28%
299	47%
8,619	26%

ANEXO 13: LISTADO DE IMPLEMENTOS REDISEÑO

Descripción	Unidad	Precio unitario (S/)	Cantidad	Precio Total	Proveedor
Obras civiles					
Cabina de Fumigación	m2	75.1	66	S/ 4,957	Puerta deslizante
Zona de limpieza	m2	45.0	66	S/ 2,970	Sodimac: Placa fibrocemento : 1.22 x 2.44 m, incluye masilla y estructura
Cabina de Carpintero	m2	45.0	129	S/ 5,805	Sodimac: Placa fibrocemento : 1.22 x 2.44 m, incluye masilla y estructura
Techo de calamina + exteriores	m2	43.4	3896	S/ 169,242	Calaminon TAT T1600: \$12.09 / m2
Estructura metálica	m2	14.9	3896	S/ 57,856	Calaminon S.A.C
Cabina zona tratadas	m2	43.4	61	S/ 2,650	Calaminon TAT T1600: \$12.09 / m2
Levantar pared puertas fumigación	Unidad	150.0	2	S/ 300	
Caseta despacho	Unidad	1050.0	1	S/ 1,050	Casacomperu
Baño	m2	45.0	34	S/ 1,530	Sodimac: Placa fibrocemento : 1.22 x 2.44 m, incluye masilla y estructura
Pintado y señalización de áreas	m2	85.0	25	S/ 2,125	
Mano de Obra	Unidad	15000.0	1	S/ 8,000	Incluye instalaciones eléctricas y sanitarias
Instalaciones sanitarias					
Tubería de PRR 1/2"	ml	9.4	10	S/ 94	Pavco
Tubería de C-PVC 1/2"	ml	10.1	10	S/ 101	Pavco
Salida de agua para grifería	pto	43.1	4	S/ 172	Pavco

Tuberia de PVC 2" (Desague)	ml	15.2	10	S/	152	Pavco
Salida de agua para griferia	pto	40.3	4	S/	161	Pavco
Set de baño	jgo	164.0	4	S/	736	Trebol (grifería(S/45, Inodoro S/ 57, tanque S/64, espejos 1 und S/80)
Lavatorio acero inoxidable	m2	260.0	2	S/	520	Sodimac
Caseta metálica baño	unid	100.0	4	S/	400	Sodimac
Puerta baño	unid	250.0	1	S/	250	Sodimac
Piso baño	m2	13.0	7	S/	91	Sodimac
Instalaciones electricas						
Tuberia 25 mm PVC - SAP	ml	8.5	8	S/	68	Sodimac: Código 274194
Salida para tomacorriente	pto	44.4	10	S/	444	Sodimac
Salida para interruptor simple	pto	43.4	10	S/	434	Sodimac
Salida para centro de luz	pto	46.2	10	S/	462	Sodimac
Tomacorriente bipolar	unid	25.9	10	S/	259	Sodimac
Interruptor simple 1	unid	18.3	10	S/	183	Sodimac
Luminaria campana Led	unid	450.0	38	S/	17,100	V-Tac Global company: Campana Led Smd Blanco 100w
Focos para baño y zona de pintado	unid	25.0	4	S/	100	
Puntos de aire	unid	150.0	2	S/	300	
Exteriores						
Puertas	unid	2400.0	2	S/	4,800	Malla Galvanizada con marco de metal
Canaleta	unidad	62.9	110	S/	6,919	Sodimac: Canaleta 150 mm x 3 m Código 2190230
Mesa y silla para caseta	unidad	160.0	1	S/	160	Mesa de madera: S/110 , Silla alta S/ 50
SUBTOTAL				S/	290,229	
IGV (18%)				S/	52,241	
TOTAL				S/	342,471	

PANELES TERMO-AISLANTES TAT 1060

Los paneles Termo-Aislantes TAT 1060 de Calaminon están compuestos por dos láminas de Aluzinc AZ 200, unidas por un núcleo de espuma rígida de PUR / PIR de alta densidad.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Ancho útil del panel	1060 mm.
Lámina de acero sup. e inf.	Aluzinc AZ-200 pre-pintado (ASTM A792) o Galvanizado pre-pintado antibacterial (ASTM A653 G90)
Pintura	20 micras de pintura poliéster estándar (Líquida) y/o Antibacterial / PVDF sobre 5 micras primer epóxico.
Espesor de núcleo	25 mm, 35 mm, 45 mm y 50 mm
Espesores de plancha	entre 0.4 - 0.6 mm.
Largos	Hasta 15 mts.
Densidad media del Poliuretano	35 - 40 Kg/m ³
Conductividad térmica (K)	0.020 W/m-K a 10 C°
Producción	Línea continua
Núcleo	Poliuretano (PUR), Poli isocianurato (PIR)

VENTAJAS

- Económico.
- Mayor ancho útil.
- Mayor recubrimiento de Aluzinc.
- Mayor durabilidad.
- Livianos con buena resistencia estructural.
- Instalación rápida y sencilla.
- Adecuados traslapes de panel.
- Mejor aislamiento térmico, por la homogeneidad del núcleo al ser producido en línea continua.

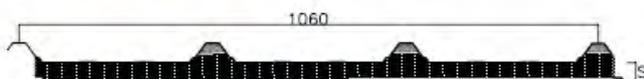
UTILIDAD

- Coberturas.
- Edificios industriales y comerciales.
- Almacenes.
- Centros de Salud.
- Coliseos y Auditorios.
- Mercados.
- Centros Educativos.
- Terminales

CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDORA		Apoyo Simple			Apoyo Múltiple		
		ESPESOR DEL PANEL (mm.)			ESPESOR DEL PANEL (mm.)		
KG/M ²	KN/M ²	25	35	45	25	35	45
		DISTANCIA ENTRE EJES MÁXIMA			DISTANCIA ENTRE EJES MÁXIMA		
60	0.59	3.51	3.92	4.16	3.96	4.37	4.64
80	0.78	3.11	3.4	3.6	3.47	3.83	4.05
100	0.98	2.66	3.02	3.22	3.06	3.4	3.6
120	1.18	2.39	2.75	2.95	2.79	3.08	3.29
150	1.47	2.12	2.45	2.63	2.43	2.75	2.95
200	1.97	1.85	2.12	2.27	2.12	2.36	2.54
250	2.45	1.62	1.89	2.03	1.89	2.12	2.27

Máxima Deflexión: L/120

ANCHO ÚTIL 1060 mm.



S= Espesor de panel 25 mm, 35 mm, 45 mm y 50 mm.