

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA”**

**TEMA**

**DISEÑO DE UN MODELO DE CAPACIDADES LOGÍSTICAS PARA UNA EMPRESA FABRICANTE DE PRODUCTOS DE POLIURETANO EN LA CIUDAD DE QUITO.**

**AUTOR**

**NORMA JHANET RODRÍGUEZ ALVAREZ.**

**Quito- Ecuador**

**AÑO**

**2018**

# DEDICATORIA

## **A mi hijo.**

Por ser mi ángel, la luz que guía mi camino, siendo aún muy pequeñito me enseñas día a día el real significado de la ternura y amor, tú me haces una mejor persona y tu sonrisa me impulsa a lograr todos mis objetivos.

## **A mi esposo.**

Siempre has sido mi apoyo y soporte en todo momento, gracias por tu gran amor.

*Para ustedes Mathy y Marco, mis dos grandes amores.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco especialmente a mi esposo y a mi pequeño hijo por su gran apoyo y amor siempre incondicional, gracias por la paciencia y el soporte que me brindan día a día.

A los profesionales de la Escuela Politécnica del Litoral, que estuvieron a cargo de la formación académica en este proceso, así como también y de manera muy especial a aquellos que han tomado parte en este proyecto y que han aportado de una u otra manera para la culminación del mismo.

A mis padres que siempre estarán presentes en todos mis logros académicos

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Norma Jhanet Rodríguez Álvarez

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Mgtr. Wendy Plata Alarcón.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



---

Mgtr. Víctor Vega Chica.  
DIRECTOR DE PROYECTO



---

Mgtr. Pedro Ramos De Santis.  
VOCAL DEL TRIBUNAL

# AUTOR



Norma Jhanet Rodríguez Álvarez

# ÍNDICE

Pág.

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO CONTEXTUAL.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos del Proyecto .....	3
1.4.1 Objetivo General. ....	3
1.4.2 Objetivos Específicos .....	3
1.5 Alcance .....	3
1.6 Estado del Arte .....	4
1.7 Metodología .....	6
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Definición de Almacén:.....	8
2.2 Tipos de Almacén: .....	8
2.3 Operaciones:.....	9
2.3.1.1 Diseño de Almacén: .....	10
2.3.1.2 Lay-out del Almacén .....	14
2.3.1.3 Zonas del Almacén:.....	15
2.3.2 Herramientas de Análisis y Solución de Problemas .....	15
2.3.2.1 Matriz de Vester .....	19
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>25</b>
<b>ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>25</b>
3.1 Generalidades.....	25
3.1.1 Evaluación de indicadores. ....	25
3.1.2 Evaluación de stock .....	27
3.1.3 Almacenamiento y Manejo de materiales. ....	28
3.1.4 Lay-out actual .....	29
3.1.4.1 Instalaciones .....	29
3.1.4.2 Elementos de manipulación .....	29
3.1.4.3 Análisis por zonas de Almacén .....	31
3.1.4.4 Diagrama de recorrido.....	33
3.1.5 Resumen problemas encontrados.....	35
<b>CAPÍTULO IV. ....</b>	<b>39</b>
<b>DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Generalidades.....	39
4.1.1 Priorización del problema .....	39
4.2 Estrategias de solución .....	43
4.3 Desarrollo de las estrategias de solución .....	45

<b>CAPÍTULO V. ....</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## **GLOSARIO**

**BPA:** Buenas prácticas de almacenamiento.

**BUFFER:** Estación de almacenamiento de materiales.

**CONSIGNADO:** Material propiedad del cliente que es entregado al proveedor para ser procesado y devuelto como producto terminado.

**DIS:** (Drive in satellite), sistema de almacenaje estantería compacta.

**FIFO:** FIRST IN, FIRST OUT, primero en entrar, primero en salir.

**GLIDE-RAIL:** Sistema de almacenaje con mecanismo de cadena sin fin.

**LAYOUT:** Bosquejo de la distribución de productos.

**LIFO:** LAST IN, FIRST OUT, ultimo en entrar, primero en salir.

**PICKING:** Proceso de recoger material de una determinada ubicación durante la preparación de pedidos.

**PHVA:** Abreviatura del ciclo de Deming: planificar, hacer, verificar, actuar.

**SIPOC:** (Supplier, Input, Process, Output, Customer). Herramienta para caracterizar un proceso.

# CAPÍTULO I.

## MARCO CONTEXTUAL

### 1.1 ANTECEDENTES

El giro de negocio de la empresa objeto de estudio es la fabricación y comercialización de productos de poliuretano.

Se pueden identificar algunos usos del poliuretano dependiendo de su densidad, así:

*Los poliuretanos sólidos*, se usan en pinturas, termoplásticos.

*Espumas Micro celulares*, se usan en suelas, espuma estructural.

*Espumas de alta densidad*, se usan en piel integral de uso automotriz, volantes, moldeo tapicería.

*Las espumas flexibles o de baja densidad*, se usan como aislantes térmicos o en tapicería, asientos para la industria del mueble o automotriz. (Poliuretanoinsumos, 2008)

La versatilidad de este material ha dado a la empresa objeto de estudio un portafolio amplio de productos, haciendo de la industria automotriz uno de sus principales mercados.

En la industria automotriz, el uso del poliuretano está claramente definido:

- **Espumas flexibles:** asientos, respaldos, apoya cabezas.
- **Sistema piel integral:** apoya brazos, apoya cabeza, molduras.
- **Espumas semirrígidas:** panel de instrumentos, bajo alfombras, panel de puertas.
- **Sistemas RIM:** partes estructurales para carrocería.
- **Sistemas rígidos:** para elementos de insonorización.

(Poliuretanoinsumos, 2008)

Un mercado cambiante y más exigente ha obligado a diversificar sus productos desarrollando estrategias que les permitan ser más competitivos y rentables, buscando elevar su nivel de exigencia en cuanto a calidad, tiempos de respuesta, servicio y costo.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa analizada en el presente trabajo maneja un Almacén en Quito el cual se encarga de realizar la distribución de producto a los respectivos clientes. En este Almacén se observa que la configuración actual (Lay-out) no asegura un uso eficiente del espacio, tampoco el uso óptimo de recursos existentes como maquinaria y personal.

Además, una falta de organización en las operaciones internas no permite que esta sea efectiva, en algunos casos existe saturación en la operación haciendo que se usen zonas de fines establecidos para operaciones diferentes a los mismos.

Sumando a esto el inadecuado manejo de técnicas de almacenaje y la falta de lineamientos de seguridad industrial genera riesgos en la operación.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La continua búsqueda por mejorar la rentabilidad en las empresas exige el desarrollo de nuevas estrategias de negocio y procesos que permitan este fin, estas estrategias generalmente se enfocan en dos factores claves: Reducción de costos y mejoramiento en el nivel de servicio.

Como parte de la cadena de suministro y al ser considerado una unidad de servicio, el Almacén debe formar parte de estas estrategias, la eficiencia en las actividades y operaciones impactan directamente en costos y servicio; por el lado de costo, la eficiencia genera un mayor aprovechamiento de recursos (humanos, materiales y económicos) en la administración del almacén y; por el lado de servicio, el Almacén genera un valor agregado al cliente al proveerle un suministro continuo y a tiempo, logrando su fidelidad.

De ahí que el modelo de capacidades que se busca diseñar, estará enfocado en la optimización de estos recursos y la eficiencia en la operación, lo que se

verá reflejado en un layout optimizado e indicadores de gestión que permitan una reducción de costos y por consiguiente una mayor rentabilidad para los inversionistas. Además, buscará mejorar la operación para que el personal pueda trabajar en forma más ordenada y bajo condiciones seguras.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar un modelo para determinar las capacidades logísticas de almacenamiento y distribución, con la finalidad de minimizar el costo anual.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Definir el área requerida para el almacenamiento de producto bajo la metodología ABC de inventario y stock mínimo.
2. Determinar el área específica para cada actividad de bodega: recepción, almacenamiento, picking, alistamiento, despacho, zona de no conformes, pasillos, áreas de circulación, desechos y áreas de oficina.
3. Establecer una política de ubicación de productos: fija o caótica.
4. Identificar el sistema de almacenamiento apropiado para la operación: Tipo de perchas, número de posiciones y número de montacargas.
5. Analizar el número de operadores necesarios para garantizar el cumplimiento diario de pedidos: horario, función y recursos necesarios para cada empleado.
6. Aplicar políticas y normas de buenas prácticas de almacenamiento y seguridad industrial dentro del sistema de almacenamiento.

## **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto propondrá un diseño de capacidades de almacén para una empresa de fabricación de productos de poliuretano, cuya instalación está ubicada en Quito.

Este diseño se enfocará en dar solución a los problemas críticos de los procesos internos clave del almacén, esto es: recepción, almacenamiento, picking, alistamiento, despacho; así como también de los recursos técnicos y humanos necesarios para la realización de los procesos claves descritos.

No se analizará la logística externa, distribución, localización, número de almacenes o tamaño del mismo.

## **1.6 ESTADO DEL ARTE**

Los almacenes son un componente esencial en cualquier cadena de suministro (Jinxiang Gu\*, Marc Goetschalckx† & School, 2016), que siendo un área de servicio buscan mejorar la eficiencia a nivel de operación y a nivel de servicio; en esta búsqueda mucho se ha avanzado con desarrollos tecnológicos que han permitido automatizar varios de los procesos con el fin de optimizar recursos, así también muchos han sido los trabajos realizados sobre el diseño del almacén como estrategia para alcanzar un nivel de servicio adecuado a un mínimo costo.

Dentro de estos trabajos se han identificado varias investigaciones alineadas a los objetivos planteados en este proyecto, así (Queirolo, Tonelli, Schenone, Nan, & Zunino, 2002) que desarrolla una solución al problema de optimización del layout con respecto a la reducción de distancia y minimización del tiempo de viaje; también buscan una herramienta para el diseño de almacenes y optimización de operaciones que permitan optimizar las fluctuaciones de demanda y nivel de inventario, además (Buil & Piera, 2007) presentan un diseño de almacén bajo restricciones de espacio debido a aumento de volumen y nueva ubicación. Integrando disposición de almacén y políticas de almacenamiento, reposición, picking, enrutamiento. Por otro lado (Press, Vrysagotis, & Kontis, 2011) realizan un análisis de los problemas más comunes de disposición de Almacenes y algoritmos de solución, se enfocan en dos tipos de solución, soluciones basadas en tecnología y soluciones basadas en

matemáticas; en cuanto a herramientas tecnológicas se mencionan varios trabajos desarrollados por algunos autores, así, el software sobre solución del problema de disposición del almacén de Hoeih y Tsai , algoritmos para minimizar costo de transporte de Yang y Sun o sistemas de almacenamiento Chen et al.(Press et al., 2011) ; la solución matemática tiene algunos tipos de algoritmos tales como Heurísticos, Algoritmos basados en geometría, algoritmos genéticos, programación lineal o no lineal, programación dinámica, entre otros. Mencionan el “cubo por índice” (COI) como modelo básico para problemas de disposición de almacén. De acuerdo a Malmborg and Bhaskaran esta es una regla general muy usada para asignar el espacio de almacenamiento a los elementos de un almacén relacionando el requisito de espacio de almacenamiento (cubo) y su popularidad.(Press et al., 2011)

En cuanto la metodología para diseñar un almacén varios autores coinciden en la ausencia de una metodología sistemática, por tal razón (Chackelson, 2013) busca desarrollar nuevas aportaciones a los trabajos ya existentes, propone una metodología de diseño de cinco pasos basada en cuatro publicaciones científicas relevantes: (Rouwenhorst, Reuter, Stockrahm, & Houtum, 1999), que hace énfasis en que, los trabajos científicos abordan problemas aislados bien definidos y son típicamente de carácter analítico (análisis de resultados, evaluación de políticas de control, etc.), dado que la mayoría de los problemas encontrados durante el diseño del almacén no están bien definidos y, a menudo, no pueden reducirse a múltiples subproblemas aislados, el diseño requiere una mezcla de habilidades analíticas y creatividad, propone un diseño que contempla siete pasos ;(Goetschalckx, Bodner, & Govindaraj, 2001) analiza la jerarquía de decisiones, propone un modelo jerárquico y para el proceso de diseño han desarrollado un algoritmo iterativo usando un software comercial de programación lineal ; (Baker P. &Canessa, 2009) hace un análisis de literatura existente sobre metodología del diseño, herramientas y técnicas usadas para áreas específicas, propone un marco general de pasos con herramientas y técnicas específicas ; (Jinxiang Gu\*, Marc Goetschalckx† & School, 2016) hace una revisión del estado del arte clasificando y resumiendo los resultados de la investigación previa, propone una guía de metodologías analíticas y herramientas para la planificación de la operación. Por otro lado

(Rushton, Croucher, & Baker, 2006) establece un procedimiento de diseño contemplado en trece pasos que inicia con la definición de requisitos y restricciones del diseño y termina con el diseño preferido evaluado.

## 1.7 METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto se ha usado como metodología el ciclo de mejora continua o Ciclo de Deming PHVA; este actúa como una espiral pues al cumplir el último paso en caso de ser necesario se vuelve a hacer un nuevo plan dando nuevamente inicio al ciclo (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009); por esta razón se dice que es un ciclo en pleno movimiento que está ligado a la planificación, implementación y mejora continua. (García, Quispe, & Ráez, 2003), A continuación se detallan las actividades a nivel general por cada fase.

Planificación:

1. Definir los requisitos del modelo en base a los objetivos propuestos en el proyecto.
2. Recopilar datos e información desde histórico de ventas, reportes y registros varios.
3. Realizar el análisis de procesos y definición de recursos existentes. Para esto se trabajará con estudios de tiempos y movimientos, lay-out actual, diagrama de proceso (diagrama de circuito o de recorrido).
4. Identificar variables cuantitativas y cualitativas que participan en el desarrollo del modelo.
5. Identificar oportunidades de mejora.

Hacer:

1. Realizar análisis estadístico descriptivo de los datos para las variables cualitativas y cuantitativas que intervienen en el modelo, con la finalidad

de establecer el tipo de distribución de probabilidad a las que se ajustan estas variables.

2. Hacer diseño de propuesta para el modelo adaptado a los requerimientos y naturaleza del negocio.
3. Construir el modelo para definir las capacidades de almacenamiento y distribución.
4. Diseñar un modelo matemático que permita optimizar procesos internos del almacén, el enfoque será a aquellos que presenten mayor desperdicio.

Verificar:

Ejecutar el modelo y comprobar datos obtenidos.

Actuar:

Ajuste de parámetros e indicadores.

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

La optimización de las capacidades logísticas se enfoca en mejorar tiempos, costos, almacenamiento y distribución interna y/o externa, así pues la logística moderna ha incorporado un cambio importante en cuanto a minimizar los costos; antes su objetivo eran los costos de transporte, hoy se enfoca en minimizar todos los costos logísticos.(Rodríguez, Veverka, & Pereira, 2015). Dentro de los costos de la empresa, los costos involucrados en la gestión de almacén tienen alto impacto en los costos totales por lo que, un diseño inicial correcto del mismo será la mejor manera de optimizar las operaciones en el almacén y por ende los costos, por esta razón se hará breve revisión sobre varios términos y aspectos del diseño de almacenes.

Por otro lado, es importante definir claramente la situación actual para poder enfocar correctamente la solución, por lo que se hará una revisión sobre las principales herramientas de análisis y resolución de problemas.

#### **2.1 DEFINICIÓN DE ALMACÉN:**

El Almacén es una instalación, destinada al almacenamiento, manipulación y conservación de mercancías, equipada tecnológicamente para estos fines.(Rodríguez et al., 2015)

#### **2.2 TIPOS DE ALMACÉN:**

De acuerdo a (Mauleón Torres, 2013), los almacenes se pueden clasificar de las siguientes formas:

Según la naturaleza del producto:

- Almacén de materias primas.
- Almacén de semielaborados.
- Almacén de productos terminados.
- Almacén de piezas de recambio.

Según la función logística:

- Almacén regulador.
- Almacén de delegación.
- Almacén plataforma.
- Almacén de depósito.

Según las manipulaciones:

- Almacenes en bloque.
- Con estanterías.
- Automáticos.

Según el tipo de estanterías de pallets:

- Estanterías convencionales.
- Estanterías compactas.
- Estanterías dinámicas.
- Estanterías móviles.
- DIS.
- Glide-Rail.
- Estanterías especiales.

Según la naturaleza jurídica.

- Almacén propio.
- Almacén en alquiler.

## **2.3 OPERACIONES:**

Si bien es cierto que cada almacén tiene operaciones propias, existen operaciones comunes. Las operaciones básicas y como se llevarán a cabo deben determinarse antes de especificar el equipo, espacio o nivel de personal necesario para ellos. (Rushton et al., 2006).

De acuerdo a (Frazelle, 2002) Las operaciones que se encuentran en la mayoría de almacenes son:

- **Recepción:** Implica descarga física del transporte entrante, comprobación y registro.(Rushton et al., 2006).La fluidez con la que se realiza este proceso define el espacio para estas actividades.(Hernández Ruiz, 2015).
- **Pre-empaque (opcional):** Implica desempacar y re-empaquetar en un formato adecuado para las operaciones siguientes.(Rushton et al., 2006)
- **Entrada:** Es la entrada en stock, colocar la mercadería en el almacenamiento.(Frazelle, 2002)
- **Almacenamiento:** Contención física de la mercadería mientras espera la demanda. (Frazelle, 2002)
- **Preparación de pedidos:** Recoger elementos del almacenamiento para satisfacer las órdenes de los clientes.(Rushton et al., 2006)
- **Embalaje y/o precios (opcional):** Los artículos individuales se encajonan para un mejor manejo. (Frazelle, 2002)
- **Clasificación y/o acumulación:** En casos de pedidos pequeños se hace una combinación para fines de picking, en este caso luego debe ser clasificado a órdenes individuales previo el envío. (Rushton et al., 2006)
- **Empaque y envío:** Incluye el embalaje de mercancías en contenedores adecuados para el transporte así como los documentos necesarios.(Frazelle, 2002)

### 2.3.1.1 *Diseño de Almacén:*

El diseño de un almacén va de una descripción funcional, a través de una especificación técnica, a la selección de equipos y la determinación de un diseño (Rouwenhorst et al., 1999), este diseño independientemente del material que manejan deben maximizar espacio, uso de equipo, accesibilidad, protección ; problemas que se complican por el manejo de una gran variedad de productos, áreas variables de espacio de almacenamiento y fluctuación drástica en la demanda (Queirolo et al., 2002), además el diseño planteado deberá presentar procesos y operaciones propuestas, requisitos de servicio, especificaciones y requisitos de equipo, niveles de personal, costos y planos de disposición.(Rushton et al., 2006). Sin embargo, en la elaboración de su diseño final prevalecen la intuición, el juicio y la experiencia de cada diseñador. (Botero, 2017).

Un dimensionamiento óptimo del almacén está ligado al tipo de demanda del producto, en caso de una demanda sin tendencia debe considerarse que en algún momento se tendrá una subutilización del almacén y en otro es posible que se requiera un arrendamiento de almacén, además de esto para el diseño del almacén se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

**Flujo de materiales:** En línea recta con recepción en un extremo y despacho el otro, en forma de U que tienen recepción y despacho comunes. (Mainar, 2006)

**Niveles:** El almacenamiento es más eficiente si es en un solo nivel. (Mainar, 2006)

**Dimensiones de la nave:** Este factor es crítico, un dimensionamiento incorrecto puede ocasionar ineficiencias operativas en caso de haber dimensionado en menor tamaño al requerido o una inversión innecesaria en caso de haber dimensionado en mayor tamaño al que se requiere. Además, debe considerarse que el tamaño determinado actuará como una restricción sobre las operaciones del almacén, así pues, la geometría debe buscar máxima capacidad a costos mínimos, flexibilidad a las necesidades, maximizar el ancho entre paredes y columnas, minimizar recorridos internos, minimizar espacios muertos. (Ballou, 2004)

De acuerdo a (Mainar, 2006) ,el tamaño está definido por:

- Tipo de material que se usarán en el sistema de manejo.
- Requerimiento de pasillos.
- Configuración de disposición del inventario.
- Requerimientos de andén.
- Códigos de construcción locales.
- Áreas de oficinas.
- Capacidad de procesamiento de producto.

Un punto de inicio es el espacio mínimo requerido para dar cabida al inventario almacenado en el tiempo.

**Altura de los techos:** Dependerá más de las características del equipo de almacenamiento y de manejo de materiales que del mismo producto. Se debe balancear los costos de construcción con los de los equipos de manejo de materiales. Es importante considerar un espacio entre bienes y techo. (Ballou, 2004)

**Entrepisos:** Sirven para usar de mejor manera el espacio cúbico de un edificio. (Mainar, 2006)

**Número de puertas para camiones:** Pueden ser únicas o de multipropósito debido al costo que involucra. (Mainar, 2006)

**Relación de largo con ancho:** Es un elemento útil, dependerá del flujo de materiales y del método de manipulación o almacenamiento a usar, por ejemplo:

Flujo en forma de U, las bahías se ubican en la pared común. En este caso se recomienda construir en relación 1:1 (cuadrado) o 3:2.

Rectangular, tienen las bahías en extremos opuestos. El ancho del edificio será en función de las puertas que se requieran, se recomienda una dimensión de 12 pies por puerta. Las relaciones típicas son 1:2 a 1:5. (Mainar, 2006)

**Equipo de Almacén:** Los medios de almacenaje han venido evolucionado para lograr optimizar el uso de espacio y disminuir tiempos en las operaciones. Según (Ballou, 2004) se pueden diferenciar cuatro bloques:

*Soporte de cargas:* Elementos en los que se posicionan las mercancías durante los procesos de almacenaje, manipulación y transporte de las mismas.

*Estanterías para almacenamiento de mercaderías:* Son construcciones, generalmente metálicas adaptadas por los fabricantes al producto y espacio disponible. Algunos tipos de estanterías son:

- Estantería ligera
- Estantería de paletización
- Estantería para pallets\_sistema compacto
- Estantería para pallets\_pasillo estrecho
- Estantería móvil
- Estantería autoportante
- Estantería móvil

*Maquinaria para manejo de cargas:* Estos equipos debe tener tres componentes equilibrados (tipo de unidades de carga, método de almacenamiento, estanterías usadas). Se puede dividir en tres clases:

1. Aparatos para manejo de cargas unitarias

Se pueden tener aparatos para manejo en suelo, donde se encuentran: transpaleta manual, transpaleta eléctrica, apilador.

Carretillas elevadoras, pueden ser:

- Carretilla contrapesada o frontal
- Carretilla retráctil
- Carretilla trilateral
- Transelevadores

2. Aparatos para la preparación de pedidos
3. Aparatos para trabajos a bajas temperaturas

*Otros elementos de manutención:*

De acuerdo a (Mainar, 2006) otros elementos convencionales para el almacenamiento y movimiento de material que se deben considerar son:

- Compartimientos de almacenamiento.
- Grúas para almacenaje vertical.
- Tractores de piso.
- Vehículos guiados automáticamente.
- Cintas transportadoras.

Se debe elegir el que se ajuste más a las necesidades de la empresa.

**Definición de cargas unitarias:** La elección de las cargas unitarias (por ejemplo, pallets, contenedores, etc.) es fundamental y debe establecerse tempranamente en el proceso de diseño. (Rushton et al., 2006)

**Definición de sistema de ubicación de material:** Se pueden ubicar en dos formas diferentes, posición fija y aleatoria (caótico). En la posición fija cada producto ocupa una posición permanente aun cuando no exista stock, por el otro lado en el sistema aleatorio los productos se ubican en cualquier espacio disponible (Jorge Sierra y Acosta, Maria Virginia Guzman Ibarra, 2015), si bien el sistema de almacenamiento fijo simplifica la localización del producto así como su manipulación y control, no permite un buen aprovechamiento del espacio, por el contrario, el sistema de almacenamiento caótico aprovecha la capacidad del almacén pero requiere un mayor control. Además, se considera el almacenamiento a granel, para productos sueltos, que no están estructurados como unidades de carga. (Fernandez, 2010)

### **2.3.1.2 Lay-out del Almacén**

Según (Fernandez, 2010) la tarea de distribuir el espacio disponible es complicada, y debe ser estudiada cuidadosamente intentando cumplir los siguientes objetivos.

1. Eficiente aprovechamiento del espacio.
2. Máximo índice de rotación posible.
3. Flexibilidad máxima para la colocación del producto.
4. Facilidad de control de las cantidades almacenadas.

Otros aspectos a tener en cuenta a la hora de distribuir el almacén son los siguientes:

1. Columnas.
2. Rampas.
3. Suelos.

La distribución en planta debe intentar que los metros que recorren los materiales sean los mínimos posibles. El análisis carga-distancia permite evaluar este coste para una distribución concreta. (Fernandez, 2010).

### **2.3.1.3 Zonas del Almacén:**

De acuerdo a (Fernandez, 2010) las zonas del almacén deben estar bien definidas y deben contemplar al menos:

Zona de carga y descarga (muelles).

Zona de recepción.

Zona de almacenaje.

Zona de preparación de pedidos.

Zona de expedición.

Zona de oficina y servicios.

Otras zonas especializadas.

## **2.3.2 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Existen varias herramientas y técnicas para análisis y solución de problemas, entre las técnicas más usadas se pueden mencionar: recolección de datos, campo de fuerzas, votación ponderada, histograma, lluvia de ideas, matriz de relación, diagrama de flujo, diagrama de Pareto, análisis causa efecto.

**Recolección de datos:** Es una herramienta que se usa tanto para la identificación y análisis de problemas como de causas. También es conocida como hoja de recogida de datos, hoja de registro, verificación, chequeo. (Universidad de Champagnat, 2002)

**Campo de fuerzas:** Es un instrumento para analizar una situación que es preciso cambiar, se basa en que cualquier nivel de productividad-rendimiento resulta de un equilibrio entre fuerzas impulsoras, que apoyan la actividad productiva y fuerzas restrictivas que impiden esta actividad. (Lefcovich Mauricio, 2005)

**Votación ponderada:** A partir de una lista de ideas este método permite evaluar y jerarquizar ideas mediante votación, se establece un criterio en base al que se dará la importancia de cada idea y se considera el número de votantes. Los criterios pueden ser: afectación económica, afectación sobre la calidad, posibilidad de que ocurra y frecuencia, etc. (Francisco, 2003)

**Histograma:** Es un diagrama de barra que muestra los datos en un intervalo específico, facilita el análisis dando mayor información sobre el comportamiento del proceso o servicio que se está estudiando. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009)

**Lluvia de ideas:** Conocida también como torbellino de ideas, tormenta de ideas o brainstorming; es una técnica con la cual se busca inspirar ideas de un equipo por medio de su pensamiento creativo con la finalidad de identificar posibles soluciones a ciertos problemas. Se puede manejar dos fases; fase de generación, donde se da a conocer al equipo las directrices a seguir y el propósito de la sesión; fase de aclaración, donde el grupo revisa todas las ideas propuesta para asegurar que se hayan contemplado todas sin que estén sean evaluadas aún. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009)

**Árbol de problemas:** Es una técnica visual que permite identificar relaciones de antecendencia y consecuencia entre diferentes problemas, es importante que el problema sea formulado como un estado existente, no como ausencia de solución. Esta herramienta tiene dos limitaciones: el árbol de problemas no aporta información sobre la importancia relativa de las causas; pueden darse círculos viciosos que dificultan el análisis. (Gómez, 2009).

**Árbol de soluciones:** Es una técnica para solución de problemas basada en el árbol de problemas, plantea una situación futura para las causas principales del problema confiando que al modificar estas causas cambie el problema. (Gómez, 2009)

**Matriz de relación:** Es un gráfico de filas y columnas que permite priorizar alternativas de solución en base a ponderación de criterios, se conoce también como Matriz de priorización o de selección. En esta matriz es importante definir claramente los criterios de evaluación, el peso y la escala de los mismos. (Universidad de Champagnat, 2002)

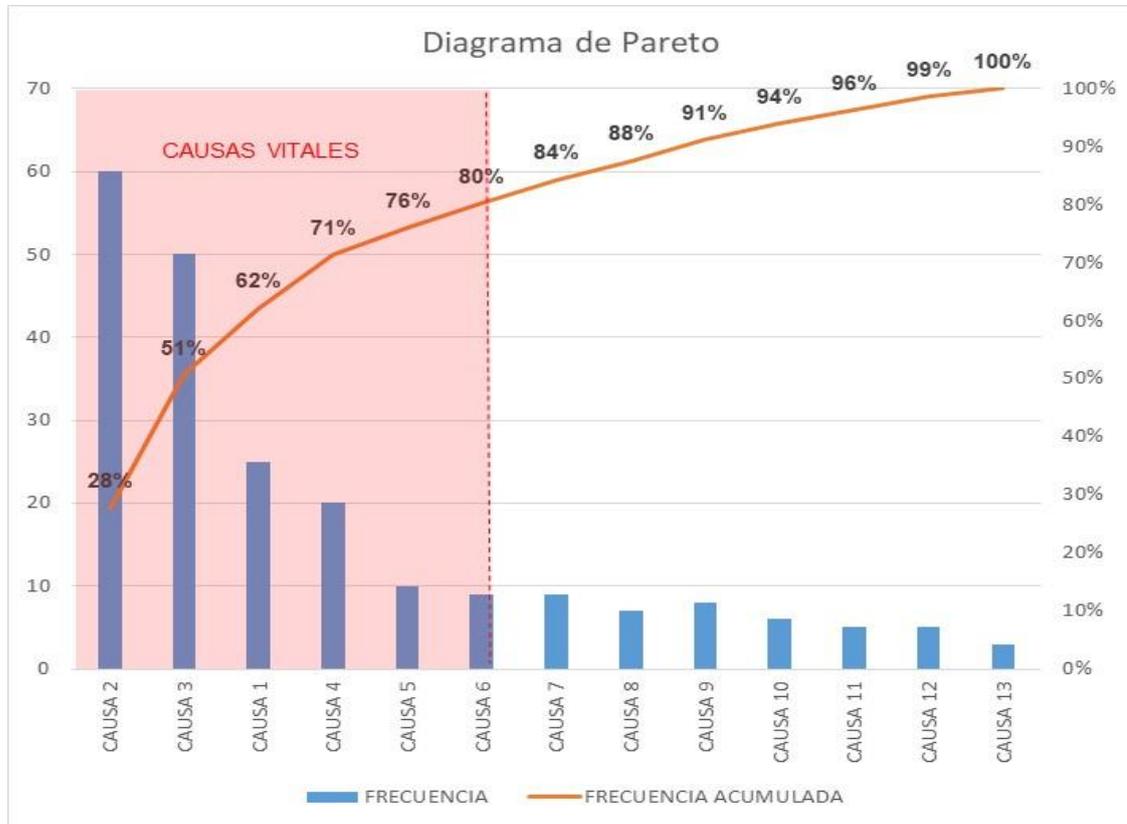
**Diagrama de flujo:** Es una representación gráfica que indica las actividades ordenadas que forman parte de un proceso, se emplea para analizar procesos y buscar cómo simplificarlos, eliminando o minimizando actividades que no agregan valor. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009)

En el proceso de solución de problemas se suelen usar tres tipos de diagramas: Diagrama de alto nivel, se usa para centrar el proceso en su contexto caso particular es el diagrama SIPOC; Diagrama de despliegue, sirve para clarificar responsabilidades, definiendo entradas y salidas a cada paso del proceso; Diagrama básico, sirve para describir a nivel de detalle una actividad. (Ruiz-Falcó Rojas, 2009)

**Diagrama de Pareto:** Es una técnica que permite ordenar elementos en función de frecuencia basado en el principio de Pareto pocos vitales muchos triviales, esto significa que existen muchos problemas sin importancia (80%) frente a unos pocos graves (20%), por lo que se obtendrá un mayor mejoramiento con el menor esfuerzo, es un ejemplo de histograma. (Instituto

Uruguayo de Normas Técnicas, 2009). En la **Ilustración 1** se muestra la estructura del diagrama de Pareto.

**Ilustración 1: DIAGRAMA DE PARETO**

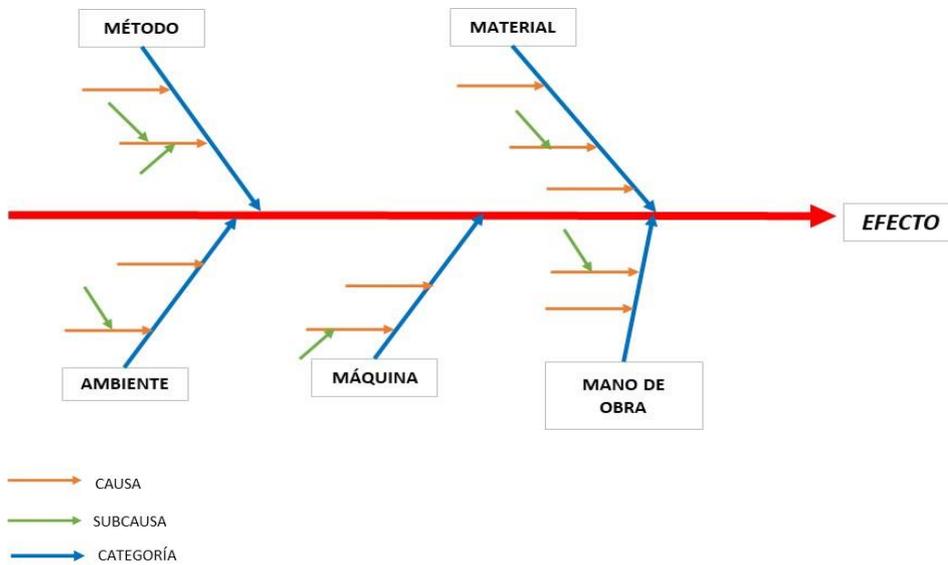


Elaborado por: Norma Rodríguez

**Diagrama de Ishikawa:** El diagrama de causas-efecto de Ishikawa es un método gráfico que permite realizar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, en este diagrama se representan los principales factores que afectan como líneas principales, se continúa el proceso de subdivisión hasta que estos representados todos los factores factibles de ser identificados, cada grupo individual forma una rama. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009). Las principales categorías a considerar son: máquina, material, mano de obra, método de trabajo, medio ambiente (Ruiz-Falcó Rojas, 2009), por otro lado también pueden existir otras categorías como: dinero, administración, mediciones, datos, sistemas de información, etc. (Instituto

Uruguayo de Normas Técnicas, 2009) .En la **Ilustración 2** se muestra la estructura del diagrama de Ishikawa.

**Ilustración 2: DIAGRAMA DE ISHIKAWA**



Elaborado por: Norma Rodríguez

Otra herramienta que permite establecer relaciones causa-consecuencia o causa-efecto es la Matriz de Vester, una herramienta relativamente sencilla que establece la relación entre variables identificando claramente los problemas críticos así como sus consecuencias, esto facilita enfocar los recursos a la búsqueda de soluciones a pocos problemas, los críticos, que tendrán un gran impacto en el sistema, por esta razón será la herramienta a usar en el análisis de situación actual de este proyecto.

**2.3.2.1 Matriz de Vester**

De acuerdo a (Chaparro Anaya, 1995) la matriz de Vester es una herramienta que facilita la identificación y relación de las causas y consecuencias de una situación problema, en un formato de doble entrada, se ubican los problemas tanto en filas como en columnas para contrastarlos mediante un criterio de valoración, considerando los problemas A y B, se tiene los siguientes criterios de calificación:

0: Si no es causa; la relación es nula si con un cambio en el problema A el B no cambia o su cambio es muy débil.

1: Si es causa indirecta; la relación es débil si con un cambio fuerte en el problema A el B cambia ligeramente.

2: Si es causa medianamente directa; la relación es proporcional si con un cambio fuerte en el problema A el B cambia considerablemente.

3: Si es causa muy directa; la relación es sobre proporcional si se cambia ligeramente el problema A el B cambia fuertemente.

En la **Tabla 1** se muestra la distribución de esta matriz.

**Tabla 1: DISTRIBUCIÓN MATRIZ VESTER**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total
P1	0							
P2		0						
P3			0					
P4				0				
P5					0			
P6						0		
P7							0	
Total								

(Chaparro Anaya, 1995)

**Cálculo de la actividad o pasividad:**

**Total Activo:** Suma del puntaje horizontal de cada problema, es la apreciación del grado de causalidad del problema sobre los demás, un alto puntaje indica que el problema es causa de muchos otros o viceversa, es decir que influye en otros.(Chaparro Anaya, 1995)

**Total Pasivo:** Suma del puntaje vertical de cada problema, es la apreciación del grado de causalidad de los demás problemas sobre el analizado, es decir el nivel de consecuencia.(Chaparro Anaya, 1995)

De acuerdo a la causalidad o consecuencia los problemas se clasifican en problemas activos, pasivos, críticos e indiferentes. En la **Tabla 2** se muestra a relación del total de activo y pasivo en cada caso.

**Tabla 2 : RELACION TOTAL ACTIVO Y PASIVO**

CLASIFICACIÓN	P. Activos	P. Pasivos	P. Críticos	P. Indiferentes
Total activo	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO
Total pasivo	BAJO	ALTO	ALTO	BAJO

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Problemas activos:** Estos son las causas primarias del problema central deben tener alta prioridad para encontrar su solución.

**Problemas pasivos:** Estos problemas pueden usarse como indicadores de cambio y eficiencia de las soluciones.

**Problemas críticos:** Estos problemas deben tener especial atención puesto que pueden desestabilizar el sistema.

**Problemas Indiferentes:** Estos problemas son de baja prioridad.

### **Metodología para construir la matriz.**

Según (Chaparro Anaya, 1995) la metodología se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Dar un código de identificación con una letra o número los problemas que se van a relacionar.
2. Ubicar los problemas en la matriz, en las cabeceras de filas y columnas.
3. Calificar en base a los criterios descritos anteriormente, es importante recalcar que la matriz no es simétrica es decir que la relación de causalidad del problema 1 con respecto al problema 2 no es la misma que del problema 2 con respecto al problema 1.
4. Cálculo total de actividad o pasividad, esto indicará el nivel de influencia que un problema tiene sobre otro y el nivel en el que un problema es causado por otro.
5. Clasificar los problemas según el grado de causalidad o consecuencia, para esto se debe realizar un plano cartesiano y ubicar los problemas en el cuadrante que corresponda, como se indica en la **Ilustración 3**.

### Ilustración 3: CLASIFICACIÓN PROBLEMAS



Elaborado por: Norma Rodríguez

Para clarificar la valoración y la metodología para desarrollar la matriz se tomará el siguiente ejemplo:

Situación problemática: Alto índice de accidentes de tránsito en transporte público.

De una lluvia de ideas, se obtiene estos problemas relacionados al alto índice de accidentes de tránsito, para el ejemplo se considerarán solo cuatro problemas.

P1: Conductores con poca capacitación.

P2: Vehículos en malas condiciones.

P3: Irrespeto a normativas de tránsito.

P4: Multas a compañías de transporte.

Para la valoración se debe analizar como un problema afecta al resto de problemas, es decir:

P1 contra P2: Los conductores con poca capacitación causa vehículos en malas condiciones, en este caso el valor asignado sería 1 ya que si los conductores estuvieran capacitados tendrían más conocimiento sobre mantenimiento de los vehículos.

P1 contra P3: Los conductores con poca capacitación causa irrespeto a normativas de tránsito, en este caso el valor asignado sería 3 ya que los conductores capacitados deben conocer las leyes de tránsito.

P1 contra P4: Los conductores con poca capacitación causan multas a compañías de transporte, en este caso el valor asignado sería 2 ya que si se capacita a los conductores se podrían disminuir las multas a compañías, pero no totalmente.

P2 contra P1: Los vehículos en malas condiciones causan conductores con poca capacitación, en este caso el valor asignado es 0 no tienen ninguna relación, es decir, que el vehículo este en buenas condiciones no hace que los conductores estén más capacitados. Se puede notar aquí que la matriz no es simétrica (indicado en rojo en la **Tabla 3**)

P2 contra P3: Los vehículos en malas condiciones causan irrespeto a normativas de tránsito, en este caso el valor asignado sería 0 pues que el vehículo este en buenas condiciones no hace que los conductores respeten las normativas de tránsito.

P2 contra P4: Los vehículos en malas condiciones causan multas a compañías de transporte, en este caso el valor asignado sería 3 ya que si el vehículo está en buenas condiciones disminuiría drásticamente las multas a compañías.

Para el resto de problemas se debe seguir la misma lógica, en la **Tabla 3** a continuación se muestran los problemas ya valorados.

**Tabla 3: MATRIZ VESTER EJEMPLO**

	P1	P2	P3	P4	Total
P1	0	0	0	0	0
P2	1	0	0	0	1
P3	3	0	0	1	4
P4	2	3	3	0	8
Total	6	3	3	1	

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Los problemas se clasifican de acuerdo a su influencia y dependencia en:

P1 (Conductores con poca capacitación), problema pasivo.

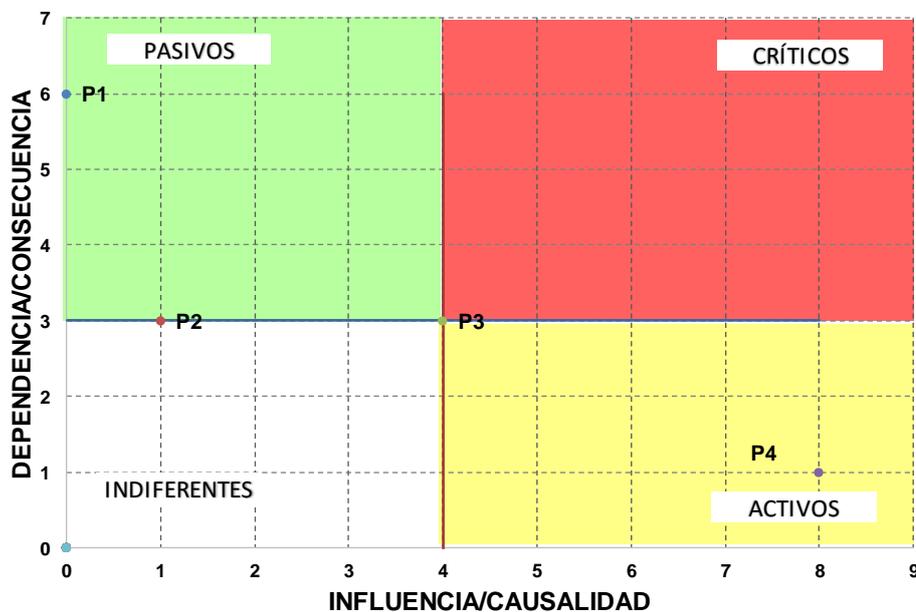
P2 (Vehículos en malas condiciones), problema pasivo o indiferente. En este caso dependerá del criterio del grupo que analiza.

P3 (Irrespeto a normativas de tránsito), problema crítico.

P4 (Multas a compañías de transporte), problema activo.

Esto se puede visualizar de mejor manera en la **Ilustración 4** que se muestra a continuación:

**Ilustración 4: CLASIFICACIÓN**



Elaborado por: Norma Rodríguez

## **CAPÍTULO III.**

### **ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 GENERALIDADES**

Para definir la situación actual del almacén se realizará un análisis en cada una de las zonas definidas, enfocado en los siguientes aspectos:

- Orden y limpieza (5´s)
- Personal calificado (PC)
- Gestión de Almacén (GA)
- Seguridad y salud ocupacional (SSO)

Para lo cual se realizará: evaluación de indicadores, auditorias, observación directa, diagramas de flujo, diagramas de recorrido. Se iniciará con la evaluación de indicadores para determinar que indicadores se manejan y que situación reflejan. A continuación se hará una evaluación de stock donde se revisará la clasificación de artículos existentes, sistema de almacenamiento y manejo de materiales (número de estanterías y tipo, número de equipos, tipo y capacidad, etc.), además se realizará el levantamiento del lay-out actual identificando las zonas existentes así como los problemas presentes en cada una, se realizará un diagrama de recorrido de los equipos para recepción, almacenamiento y distribución para entender de manera más clara la situación actual.

##### **3.1.1 EVALUACIÓN DE INDICADORES.**

Se evidencia el manejo de tres indicadores alineados a medir la gestión del almacén; no existe un histórico de los indicadores mencionados ya que han sido implementados en los últimos 3 meses:

Índice de rotación de inventario: 50%

El índice de rotación muestra que las existencias del almacén incluyen materiales que no necesariamente son los requeridos para producción.

Ocupación del almacén: 61%

El índice de ocupación del almacén muestra un desperdicio de la infraestructura.

**Horas extras:** Se cuenta con 19 personas; se evidencia un problema en cuanto a recurso humano; el análisis de actividades de trabajo por persona evidenció que la carga no está balanceada y que no existe trabajo estandarizado. El 40% del personal tiene una carga de trabajo superior al 100% (de 120% a 135%), otro 40% una carga de trabajo normal del 70% al 100% y un 20% una carga menor al 70% (25%), esto genera que existan horas extras y en otros casos subutilización de recursos.

En la **Ilustración 5** se muestra que del 100 % de las horas extras del mes, un porcentaje corresponde a horas extras de producción que se deben a un acompañamiento por horario de producción extendido, lo que se consideraría aceptable según lo planificado y el resto corresponde a otros e involucra necesidades adicionales.

**Ilustración 5 : HORAS EXTRAS PORCENTAJE**



Elaborado por: Norma Rodríguez

En la **Ilustración 6** se muestran las horas extras correspondientes a actividades propias del almacén.

**Ilustración 6: HORAS EXTRAS ALMACÉN**



Elaborado por: Norma Rodríguez

**Seguridad y salud ocupacional:** 2 incidentes ergonómicos en los últimos 3 meses.

Este indicador muestra que se realizan operaciones sin los equipos de protección personal requeridos para las distintas operaciones.

**3.1.2 EVALUACIÓN DE STOCK**

Se manejan alrededor de 1300 referencias distribuidas en 6 familias de productos, se realizan tres clasificaciones; en la **Tabla 4** se muestra la clasificación de productos de acuerdo a las familias, en la **Tabla 5** se muestra la clasificación ABC en base a movimientos o frecuencia y por otro lado en la **Tabla 6**, se muestra la clasificación ABC en función de costos para estos productos.

**Tabla 4: PRODUCTOS POR FAMILIAS**

Familia	Detalle	Cantidad de referencias	Porcentaje
Fam 1	Accesorios	33	3%
Fam 2	Materia prima	716	55%
Fam 3	Producto terminado	386	30%
Fam 4	Repuestos	76	6%
Fam 5	Seguridad Industrial	36	3%
Fam 6	Suministros	57	4%
<b>Total general</b>		<b>1304</b>	<b>100%</b>

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Tabla 5: CLASIFICACIÓN ABC MOVIMIENTOS**

Familia	Detalle	Cantidad de referencias	Clase A	Clase B	Clase C
Fam 1	Accesorios	33	13	8	12
Fam 2	Materia prima	716	142	215	359
Fam 3	Producto terminado	386	58	99	229
Fam 4	Repuestos	76	18	23	35
Fam 5	Seguridad Industrial	36	5	6	25
Fam 6	Suministros	57	9	10	38

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Tabla 6: CLASIFICACIÓN ABC COSTOS.**

Clasificación	Costo (\$)	Referencias
A	\$ 2.661.766,94	73
B	\$ 382.622,62	45
C	\$ 761.679,48	1186
<b>Total general</b>	<b>\$ 3.806.069,05</b>	<b>1304</b>

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

### 3.1.3 ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES.

Existen los siguientes almacenes definidos:

Almacén\_1 Accesorios: 57 m<sup>2</sup>, no techados.

Almacén\_2 Accesorios: 843 m<sup>2</sup>, no techados.

Almacén\_3 Productos Químicos: 300 m<sup>2</sup>, techado.

Almacén\_4 Almacén principal (esponjas, mecanismos, telas, producto terminado): 1150 m<sup>2</sup>, techado.

Almacén\_5 Cajas (material consignado, material importado): 300 m<sup>2</sup>, techado.

Almacén\_6 Varios costuras (telas, hilos y otros): 182 m<sup>2</sup>, techado.

Área de oficinas (m<sup>2</sup>): 53 m<sup>2</sup>, techado.

Almacén\_7 Racks (racks vacíos y materiales varios): 140 m<sup>2</sup>, no techado.

Almacén\_8 Racks (racks vacíos y materiales varios): 200 m<sup>2</sup>, no techado.

Total área techada (m<sup>2</sup>), 1985 m<sup>2</sup>.

Total área no techada (m<sup>2</sup>), 1240 m<sup>2</sup>.

El sistema de ubicación que se maneja es ordenado o de hueco fijo, por lo que se da un único lugar para cada producto. Se maneja un turno de ocho horas diarias.

### 3.1.4 LAY-OUT ACTUAL

En el almacén se pueden identificar, aun cuando no están completamente definidas, zonas de: carga y descarga, recepción, almacenaje, expedición, oficinas-servicios y racks vacíos.

#### 3.1.4.1 Instalaciones

En lo referente a instalaciones, se cuenta con muelles y sistemas de almacenaje.

**Muelles:** Tres muelles de carga y descarga.

**Sistema de almacenaje:** Se usan estanterías tipo convencional o rack selectivo por la flexibilidad en el manejo de diferentes unidades de carga, también se maneja almacenamiento en bloque, especialmente en las zonas de almacenaje no techadas. Se cuentan con 11 estanterías de 3 niveles.

#### 3.1.4.2 Elementos de manipulación

Para el movimiento interno del almacén actualmente se cuenta con tres transpaletas manuales y dos montacargas. A continuación, en la **Tabla 7**, se detalla el tonelaje:

**Tabla 7: EQUIPO DE MANIPULACIÓN**

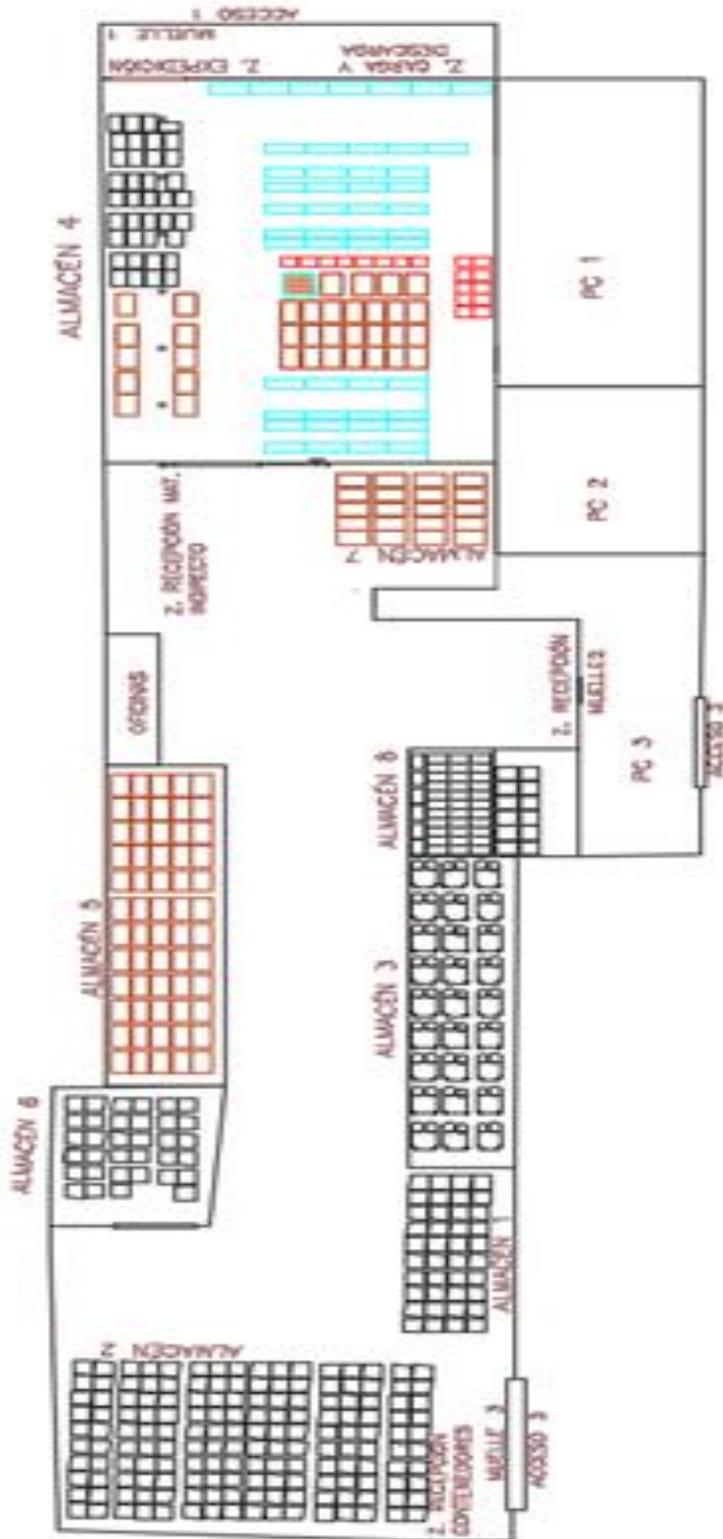
Equipo	Cantidad (unid)	Capacidad(Ton)
Montacargas	2	3
Transpaleta	3	1.5

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

En la **Ilustración 7** se muestra el Lay-out inicial.

Ilustración 7: LAY-OUT INICIAL



Elaborado por: Norma Rodríguez

### 3.1.4.3 *Análisis por zonas de Almacén*

*Zona de carga y descarga (muelles). (Z1)* En esta zona se tienen las siguientes observaciones:

- No siempre se usa el muelle de desembarque correspondiente a cada almacén, debido a la disponibilidad de montacargas y necesidad de uso del camión; se descarga el material en el área donde hay disponibilidad de montacargas y personal para desocupar el camión, esto implica por ejemplo que material del área de cajas (Almacen\_5) deba recibirse en el Almacén\_2, esto genera una actividad no necesaria con el uso de recurso (personal y equipo) para el posterior acomodamiento en el almacén correspondiente.
- No existe muelle de descarga adecuado para contenedores, se usa una rampa niveladora acondicionada, la rampa no se asegura al piso por lo que tiene movimiento durante el proceso y no brinda las seguridades durante la operación; además el muelle no está equipado para facilitar la manipulación de la carga (topes, sistema de restricción de vehículo).
- No existe señalización ni zonas de seguridad delimitadas para tránsito de equipo y peatonal.
- No se utiliza el equipo de protección adecuado.
- El piso no es apto para esta maniobra, no está nivelado.
- Condiciones ergonómicas negativas.

*Zona de recepción. (Z2)* En esta zona se tienen las siguientes observaciones:

- No existe una zona formal de recepción.
- Se realiza la recepción de productos en almacenes distintos a los de almacenamiento, generando movimientos adicionales innecesarios.
- No existen ventanas de recepción por proveedor, esto hace que los proveedores ingresen a cualquier hora durante el día, tengan que esperar y que se sature el área generando inconvenientes en el proceso.

- No existen metodologías de control que aseguren la correcta trazabilidad y verificación del producto ya que no siempre llega con documentos habilitantes como guías de remisión o facturas.
- No existe señalización ni zonas de seguridad delimitadas para tránsito de equipo y peatonal.
- No se usa el equipo de protección adecuado.

*Zona de almacenaje. (Z3)* En esta zona se tienen las siguientes observaciones:

- No está definido el máximo de apilamiento (en especial en los almacenes sin techos).
- No hay señalización de zonificación y segregación de producto, esto hace que sea más difícil la ubicación del producto.
- No existe señalización ni zonas de seguridad delimitadas para tránsito de equipo y peatonal.
- No existe una clasificación ABC para ubicación de productos.
- No hay fácil acceso; existen desperdicios para asegurar el FIFO, se debe mover mercadería para sacar material más antiguo.
- Existe material en piso (en el almacén principal).
- Se identifica material caducado que no ha sido tramitado.
- Se identifican materiales que no han tenido movimiento por más de 48 meses sin tramitar (material obsoleto).
- Código de producto mal definido; cada código debe ser único para cada producto, existe producto que tiene el mismo código a pesar de ser diferente.
- No se utiliza el equipo de protección adecuado.

*Zona de expedición. (Z4)* En esta zona se tienen las siguientes observaciones:

- No hay organización para el despacho de acuerdo al requerimiento del cliente, no se mantiene FIFO.

- Los accesos no permiten el FIFO de racks vacíos.
- No se usa el equipo de protección adecuado.

Zona de oficina y servicios. (Z5) No hay señalización.

Zona de racks vacíos. (Z6) No hay señalización y los accesos no permiten el FIFO.

Otras observaciones: No existe zona de producto no conforme y/o caducado; no existe zona de preparación de pedidos (No es necesaria), se hace la preparación de pedidos en los corredores (zona de almacenaje), sin embargo, no existe señalización en piso. Se encuentra en la operación de almacén varios desperdicios por contraflujos en los traslados de materiales desde las zonas de picking (estanterías) a las zonas de preparación improvisadas ya que no están definidas.

#### **3.1.4.4 Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido permite visualizar los transportes, operaciones, almacenajes para poder realizar una optimización al eliminar, combinar, reordenar actividades (Salazar López, 2016) , en general este diagrama permitirá visualizar:

- a. Flujo de material.
- b. Distribución general del almacén.
- c. Recorridos que ejecuta el operario y los equipos (necesarios e innecesarios).
- d. Los lugares donde se concentran la mayor cantidad de actividades.

Para el diagrama de recorrido del lay-out actual se considerarán únicamente las actividades correspondientes a productos del sector automotriz que son los que tienen mayor impacto en costos y operación. Para este proyecto se harán dos clases de diagramas de recorrido:

1. Diagrama de recorrido únicamente de traslados para los productos:
  - P1PC1: Producto 1 para punto de consumo 1 (Anexo 1.Punto A.).

- P2PC1: Producto 2 para punto de consumo 1 (Anexo 2.Punto A.).
  - P3PC1: Producto 3 para punto de consumo 1 (Anexo 3.Punto A.).
  - P1PC3: Producto 1 para punto de consumo 3 (Anexo 4.Punto A.).
  - P2PC3: Producto 2 para punto de consumo 3 (Anexo 5.Punto A.).
  - P3PC3: Producto 3 para punto de consumo 3 (Anexo 6.Punto A.).
  - PTA1: Producto terminado automotriz cliente 1 (Anexo 7.Punto A.).
  - PTA2: Producto terminado automotriz cliente 2 (Anexo 8.Punto A.).
  - PTA3: Producto terminado automotriz cliente 3 (Anexo 9.Punto A.).
  - PPC2: Productos para punto de consumo 2, incluye complementos asientos, estructuras y mecanismos, donde se hace una clasificación como productos A (Anexo 10), B (Anexo 11) y C (Anexo 12) en función de movimientos.
2. Diagrama de proceso y diagrama de recorrido para:
- Manejo de producto P3PC3 (Anexo 13 y 14).
  - Manejo de complementos asientos (Anexo 15 y 16).
  - Manejo de estructuras y mecanismos (Anexo 17 y 18).
  - Despacho producto terminado (Anexo 19 y 20).

En la **Tabla 8** a continuación se resume el análisis de recorrido.

**Tabla 8: ANÁLISIS DE RECORRIDO**

Producto	Muestra	Distancia máx.(m)	Distancia mín.(m)	Distancia prom.(m)	
PPC2	A	10	21	5	15

	B	9	32	9	19
	C	17	30	7	20
P1PC1	1	206	206	206	206
P1PC3	3	101	88	95	95
P2PC1	7	202	10	50	50
P2PC3	2	95	88	92	92
P3PC1	2	200	46	123	123
P3PC3	5	145	119	128	128
PTA1	11	28	4	14	14
PTA2	6	29	3	17	17
PTA3	8	26	3	16	16

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Como se puede observar en la **Tabla 8**, los productos tipo A no están cercanos al área de alistamiento de racks y despacho a los puntos de consumo, por otro lado, se ve que los productos tipo C están ubicados más cerca de esta área, adicionalmente, en algunos casos para llegar a un producto tipo A es necesario mover el producto B o C, esto genera una gran cantidad de movimientos innecesarios e ineficiencias. En lo que respecta a productos de consumo 1 y 3 existe una distancia considerable de la ubicación respecto al punto de uso, esto genera varios movimientos al día para poder suplir la producción generando ineficiencias, así también para el producto terminado se observa que hay producto ubicado en ambos extremos de la zona de almacenamiento de producto terminado, esto pone en evidencia un desorden en la ubicación del producto y mezcla entre productos de diferentes clientes.

### 3.1.5 RESUMEN PROBLEMAS ENCONTRADOS

En la **Tabla 9** se resumen los problemas encontrados por zona y el efecto que pueden tener, como se puede observar el efecto se traduce en:

- Incremento en tiempo de proceso.
- Operación insegura.
- Ineficiencia en el proceso.
- Desabastecimiento.
- Incremento en costos.

Esto hace evidente un problema de ineficiencia operacional.

**Tabla 9: RESUMEN PROBLEMAS POR ZONA.**

ZONA	5's	PC	GA	SSO	PROBLEMA	EFECTO
Z1	X	X			Descarga de material en muelle no correspondiente.	Incremento en tiempo de proceso.
Z1				X	Uso de rampa niveladora acondicionada.	Operación insegura.
Z1	X			X	No existe señalización.	Operación insegura.
Z1				X	Piso no nivelado para maniobras.	Operación insegura.
Z1				X	El personal no utiliza equipos de protección personal.	Operación insegura.
Z2	X		X		No existe zona formal de recepción.	Ineficiencia en el proceso.
Z2				X	El personal no utiliza equipos de protección personal.	Operación insegura.
Z2	X		X		Recepción de productos en almacenes diferentes al previsto.	Incremento en tiempo de proceso.
Z2	X		X		No existen ventanas de recepción por proveedor.	Incremento en tiempo de proceso.
Z2		X	X		Deficiencia en la metodología de control en la recepción.	Costos por producto recibido en menor cantidad, costos de reprocesos, desabastecimiento.
Z2	X			X	No existe señalización ni zonas de seguridad delimitadas.	Operación insegura.
Z3	X		X	X	Deficiencia en los sistemas de almacenamiento y BPA.	Incremento en costos por daño de material y operación Insegura.
Z3	X		X		No hay señalización de zonificación y segregación de producto.	Incremento en tiempo de proceso.
Z3	X		X		No existe una clasificación ABC para ubicación de productos.	Incremento en tiempo de proceso.
Z3	X		X		Difícil acceso a la mercadería.	Incremento en tiempo de proceso.
Z3	X				Existe material en piso lo que dificulta los accesos y movimientos.	Ineficiencia en el proceso.
Z3			X		Existe material caducado, evidencia falta de proceso para manejo de material perecible.	Incremento en costos por material caducado.
Z3	X		X		Existe material sin movimiento por más de 48 meses, posible obsoleto. Evidencia falta de proceso para control de rotación de inventario.	Incremento en costos por material obsoleto.
Z3	X		X		La metodología para codificación de producto no asegura códigos únicos.	Desabastecimiento por información errada de inventario.

Z3				X	El personal no utiliza equipos de protección personal.	Operación insegura.
Z4	X		X		No hay organización para el despacho de acuerdo al requerimiento del cliente, no se mantiene FIFO.	Incremento en tiempo de proceso.
Z4				X	El personal no utiliza equipos de protección personal.	Operación insegura.
Z5	X			X	No existe señalización.	Falta de orden.
Z6					No existe señalización.	Operación insegura.
Z6	X		X		Accesos no permiten el FIFO.	Incremento en tiempo de proceso.
Z6				X	El personal no utiliza equipos de protección personal.	Operación insegura.

\* Orden y limpieza (5's), Personal calificado (PC), Gestión de Almacén (GA), Seguridad y salud ocupacional (SSO)

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Una vez identificados los problemas en el siguiente capítulo de este proyecto se procederá a la valoración y priorización, que permitirá definir las oportunidades de mejora, para esto se unificarán los problemas encontrados por zonas y los que se evidencian a través de los indicadores, esto se resumen en la **Tabla 10**.

**Tabla 10: RESUMEN PROBLEMAS.**

5's	PC	GA	SSO	ID	PROBLEMA
			x	P1	El equipamiento del muelle no garantiza la seguridad de la operación.
			x	P2	El estado del patio de maniobras "no nivelado" no garantiza una operación segura.
x		x		P3	Recepción de productos en almacenes diferentes al

					previsto.
x		x		P4	Altos tiempos de espera de proveedores para que se reciba el producto.
	x	x		P5	Deficiencia en la metodología de control en la recepción.
x			x	P6	Las zonas no están delimitadas y señaladas adecuadamente
x		x	x	P7	Deficiencia en los sistemas de almacenamiento y BPA.
x		x		P8	Mezcla de productos de distinta naturaleza en la misma zona.
x		x		P9	La ubicación de producto no responde a una clasificación ABC.
x		x		P10	Difícil acceso a la mercadería para garantizar el FIFO.
x				P11	Existe material en piso lo que dificulta los accesos y movimientos.
		x		P12	Ausencia de metodologías de control de inventarios (rotación, caducidades, mínimo, máximo, etc.).
x		x		P13	La metodología para codificación de producto no asegura códigos únicos.
x		x		P14	Deficiente organización para asegurar el FIFO en los despachos al cliente.
x		x		P15	Accesos no permiten el FIFO de racks vacíos.
			x	P16	El personal no utiliza equipos de protección personal de acuerdo a sus funciones y riesgos.
x		x		P17	Productos almacenados por mucho tiempo (Índice rotación bajo).
		x		P18	Bajo porcentaje de ocupación del almacén.
	x		x	P19	Carga de trabajo no balanceada.
x	x			P20	No existe trabajo estandarizado.
<b>76%</b>	<b>18%</b>	<b>76%</b>	<b>35%</b>		

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Del análisis de situación actual efectuado en este proyecto se evidenció que, un 76% de los problemas encontrados afectan a orden y limpieza (5's), un 18% afectan a personal calificado (PC), un 76% afectan la gestión del almacén (GA) y un 29% afectan a seguridad y salud ocupacional (SSO).

## CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

### 4.1 GENERALIDADES

En este capítulo se definirá las oportunidades de mejora, para lo cual es indispensable priorizar los problemas o jerarquizarlos. Para clasificar los problemas se usará como herramienta la matriz de Vester que servirá de base para luego jerarquizarlos a través de un árbol de problemas.

#### 4.1.1 PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA

Para el análisis de los problemas se considera que, la seguridad y salud ocupacional del personal debe ser una prioridad para toda empresa, por lo que los problemas relacionados exclusivamente a SSO que son P1 (El equipamiento del muelle no garantiza la seguridad de la operación), P2 (El estado del patio de maniobras "no nivelado" no garantiza una operación segura), P16 (El personal no usa equipos de protección personal de acuerdo a sus funciones y riesgos), no entrarán a la matriz de Vester ni al árbol de problemas.

En la **Tabla 11** se muestra la matriz de Vester, estos son los resultados de la valoración del grado de causalidad de un problema con otro.

**Tabla 11: MATRIZ VESTER**

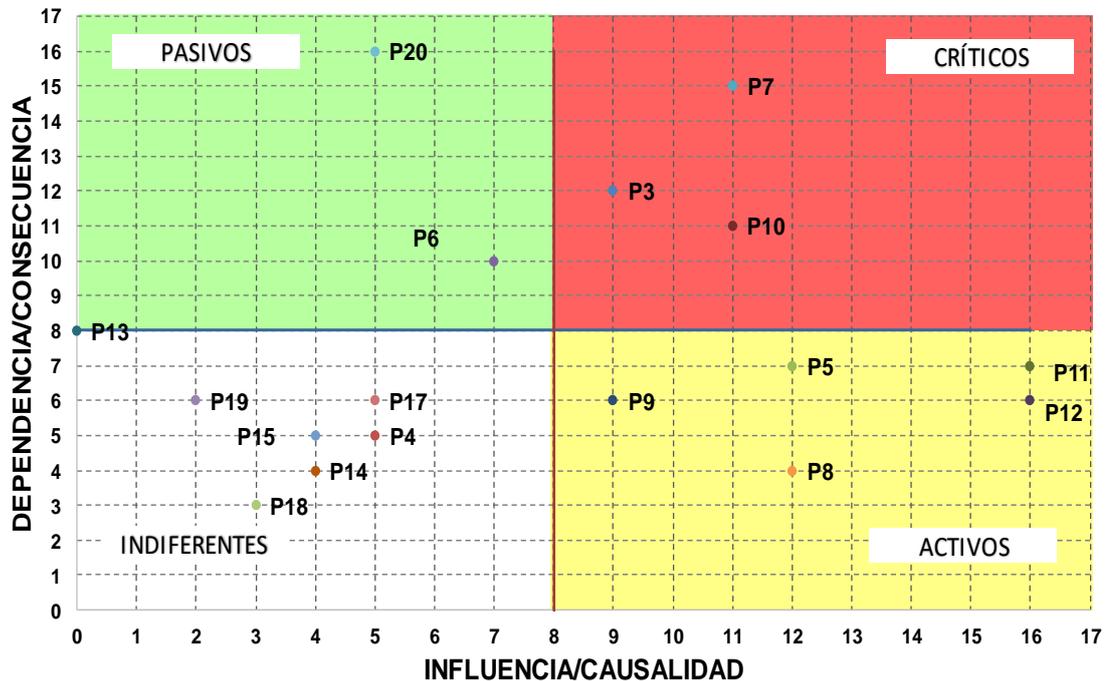
CÓDIGO	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P17	P18	P19	P20	INFLUENCIA CAUSA
P3	0	1	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	9
P4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
P5	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	3	12
P6	1	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
P7	0	0	0	2	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	1	0	2	11
P8	2	0	1	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	12
P9	1	0	0	1	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
P10	1	0	2	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	2	0	0	0	11
P11	2	0	1	1	2	0	0	2	0	1	0	0	2	1	2	0	2	16
P12	0	0	1	1	1	1	1	3	0	0	1	0	0	2	0	2	3	16
P13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4
P15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4
P17	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
P18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3
P19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
P20	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
DEPENDENCIA EFECTO	12	5	7	10	15	4	6	11	7	6	8	4	5	6	3	6	16	

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Una vez realizada la valoración con ayuda de la matriz, se procede a la clasificación de los problemas, para lo que se ubicará la relación causa efecto en un plano cartesiano, donde el eje X mostrará los valores de los activos esto es influencia o causa y el eje de las Y mostrará los pasivos esto es dependencia o efecto, como muestra la **Ilustración 8**.

**Ilustración 8 : CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS**

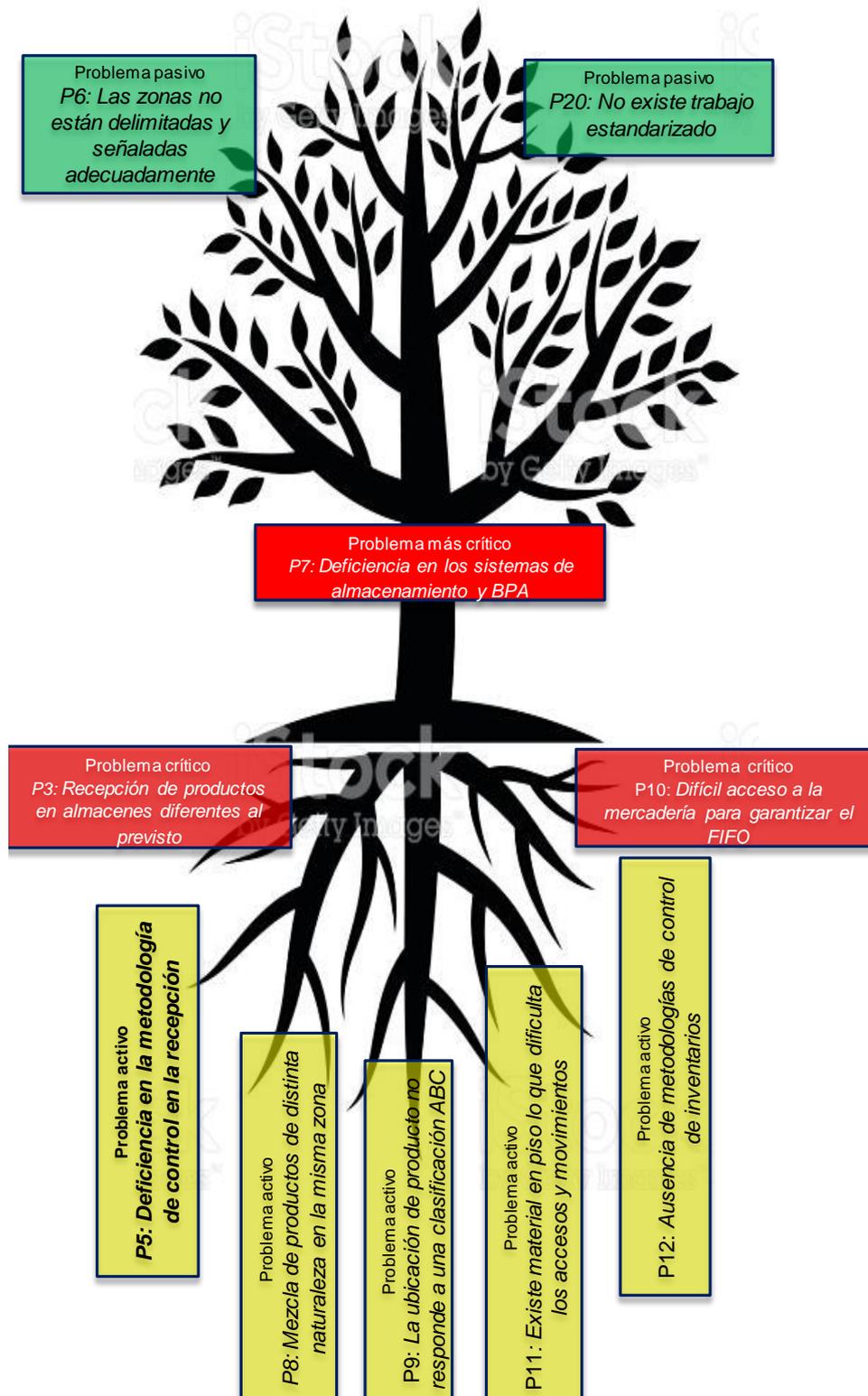


Elaborado por: Norma Rodríguez

Una vez que se ha hecho la clasificación se procede a jerarquizar los problemas mediante el uso de un árbol de problemas, este árbol se forma considerando que las raíces constituyen las causas es decir los problemas activos: P5 (deficiencia en la metodología de control en la recepción), P8 (mezcla de productos de distinta naturaleza en la misma zona), P9 (la ubicación de producto no responde a una clasificación ABC), P11 (existe material en piso lo que dificulta los accesos y movimientos), P12 (ausencia de metodologías de control de inventarios); el tronco lo forma el problema central crítico: P7 (deficiencia en los sistemas de almacenamiento y BPA), en el cuadrante de los críticos también se encuentran los problemas P3 (recepción de productos en almacenes diferentes al previsto) y P10 (difícil acceso a la mercadería para garantizar el FIFO) que serán las causas primarias al problema central P7; las consecuencias o problemas pasivos formarán las ramas P6 (las zonas no están delimitadas y señaladas adecuadamente) y P20 (no existe trabajo estandarizado). En este caso al ser P3 Y P10 causas primarias, se jerarquizan en primera instancia, dejando los problemas P5, P8, P9, P11, P12 en segunda instancia.

En la **Ilustración 9** se muestra la jerarquización de los problemas.

**Ilustración 9: JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS**



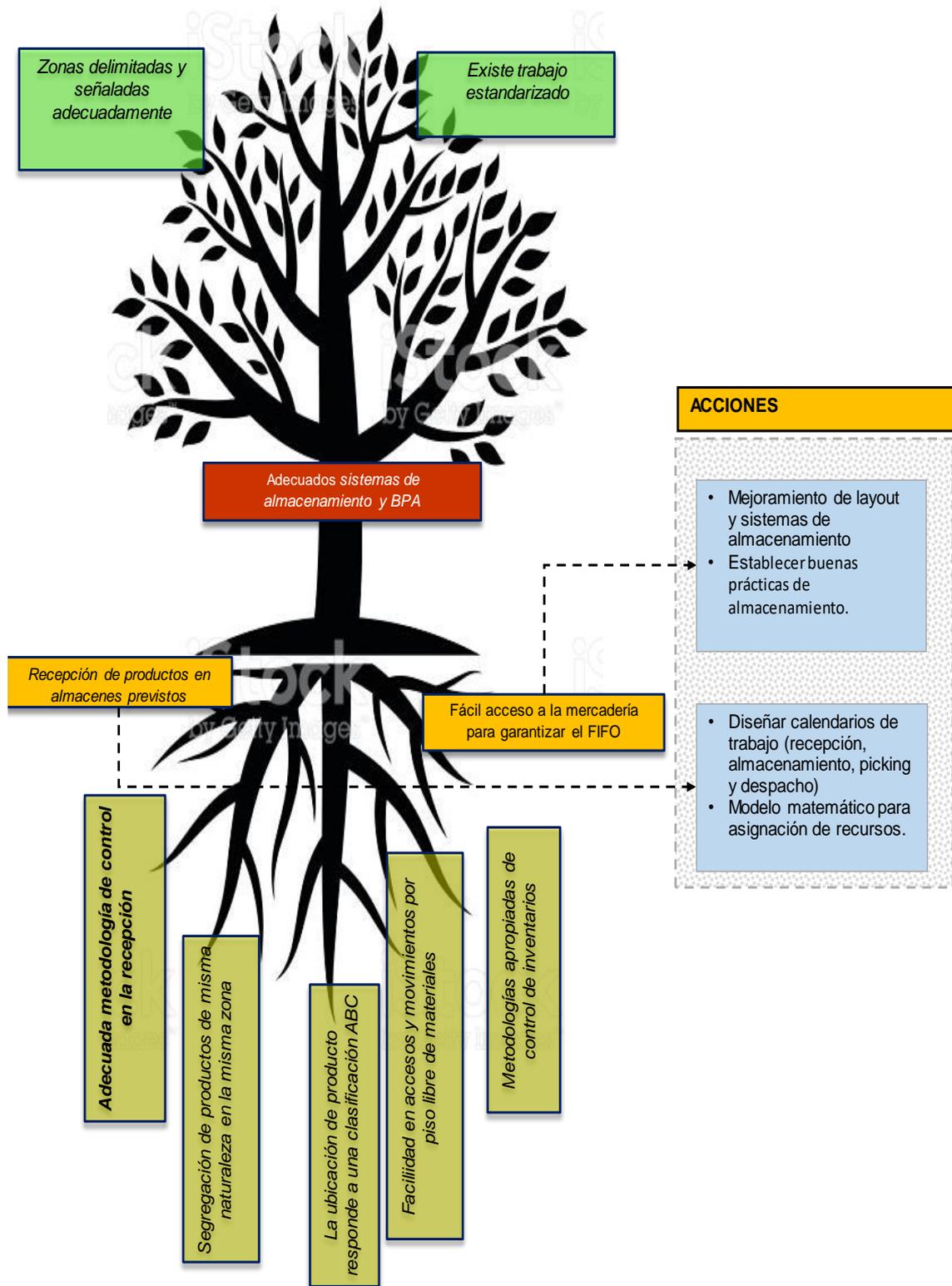
Elaborado por: Norma Rodríguez

## 4.2 ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN

En base a la clasificación y jerarquización de problemas realizado, se buscan las oportunidades de mejora, para esto se pasa del árbol de problemas a un árbol de objetivos; en el árbol de objetivos se hacen positivos los problemas, las causas se transforman en medios y los efectos en fines para luego buscar acciones respectivas que permitan llegar a los medios. En este trabajo se enfocarán las estrategias de solución para los problemas definidos como críticos y más crítico, tomando en cuenta que los problemas críticos P3 y P10 son causas primarias del problema central P7, por lo que las acciones se centrarán en estas causas.

En la **Ilustración 10** se muestra el árbol de objetivos.

Ilustración 10: ÁRBOL DE OBJETIVOS



Elaborado por: Norma Rodríguez

Las estrategias definidas para solucionar el problema central y llegar a “Adecuados sistemas de almacenamiento y BPA” por medio de:

1. Fácil acceso a la mercadería para garantizar el FIFO:
  - Mejoramiento de layout y sistemas de almacenamiento, aumentar o no la capacidad de estanterías y elementos de manipulación.
  - Establecer buenas prácticas de almacenamiento.
2. Recepción de productos en almacenes previstos:
  - Diseñar calendarios de trabajo (recepción, almacenamiento, picking y despacho)
  - Modelo matemático para asignación de recursos

### 4.3 DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN

Una vez definidas las estrategias de solución se definirán los productos o entregables de cada una para luego definir las actividades a llevar a cabo. En la **Tabla 12** se muestra un resumen de los productos por cada estrategia.

**Tabla 12: ENTREGABLE POR ESTRATEGIA**

<b>Estrategia</b>	<b>Producto/Entregable</b>
Mejora en el manejo de FIFO para almacenamiento de mercadería.	Política que asegure el manejo de la metodología establecida (FIFO, LIFO, etc.) para personal de almacén.
Mejoramiento de layout y sistemas de almacenamiento, aumentar o no la capacidad de estanterías y elementos de manipulación.	Revisión en sistemas de almacenamiento verificar necesidad de estanterías y montacargas adicionales.
	Nuevo layout Diagrama de recorrido propuesto.
Establecer buenas prácticas de almacenamiento.	Política de buenas prácticas de almacenamiento.
Diseñar calendarios de trabajo (recepción, almacenamiento, picking y despacho).	Calendario de trabajo.
	Ventanas a proveedores.
Modelo matemático para asignación de recursos.	Modelo matemático para asignación de recursos.

Elaborado por: Norma Rodríguez

### **Estrategia: Mejora en el manejo de FIFO para almacenamiento de mercadería.**

Para mejorar el manejo de los productos bajo el sistema FIFO (First in First out) se seguirán los lineamientos a continuación:

- El personal operativo que recibe el producto debe verificar la factura a la que corresponde el material y almacenarla de manera ordenada y conjunta.
- No mezclar material de distintas facturas, el orden y limpieza serán fundamentales en el manejo y control del FIFO por lo que se deberá realizar auditorías de 5's.
- Llevar un registro de despachos en función de facturas, esto permitirá identificar si el material correspondiente a una misma factura fue entregado por completo.
- Realizar auditorías continuas para verificar el cumplimiento del FIFO.
- En lo posible se deberá abastecer el material por la parte posterior dejando el material más antiguo a la mano.

Caso de material perecible.

- En caso de material perecible el personal operativo deberá registrar el lote y fecha de caducidad al que corresponde el producto.
- El área de compras deberá solicitar el proveedor que maneje el FIFO en la entrega de productos.
- Definir un plan semanal de control de caducidades en base al registro de fechas y lotes.
- En caso puntual de producto perecible se romperá el FIFO en caso de ser necesario, el objetivo será consumir el material que este próximo a caducar.

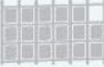
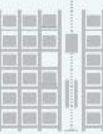
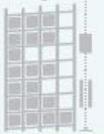
**Estrategia: Mejoramiento de layout y sistemas de almacenamiento, aumentar o no la capacidad de estanterías y elementos de manipulación.**

**Sistema de almacenamiento:** Se analizará si el sistema de almacenamiento es el más apropiado o si existe una mejor opción para el tipo de operación que se maneja, así también la factibilidad de incrementar la capacidad de almacenamiento mediante la reducción del número de pasillos de servicio, en función de estanterías y reduciendo el ancho de pasillos y aumentando altura de apilado, esto depende del equipo de manutención. Para la elección del sistema de almacenamiento se consideran los sistemas más usados: convencional, compacto, dinámico, móvil, semiautomático-automático, auto portante. En la **Ilustración 11 e Ilustración 12** que se muestran a continuación se hace una comparación de los sistemas de almacenamiento que facilitará la elección.

Por la naturaleza de la operación se puede diferenciar dos grupos de materiales, un grupo que requieren infraestructura y otro grupo que no la requiere, para el primer grupo el sistema de almacenamiento debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Manejo de unidades paletizadas, ya que existen proveedores que envían el material paletizado desde la fuente y en otros casos se realiza la paletización como parte del proceso de recepción.
- Manejo de unidades como artículos individuales, se maneja material parte a parte.
- Manejo y cumplimiento del FIFO que es clave en la operación automotriz por temas de cambios de ingeniería y trazabilidad en campo.
- Facilidad en el acceso.
- Equipo de manipulación disponible (montacargas y transpaleta).
- Inversión mínima.

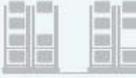
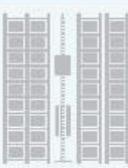
Para este grupo la alternativa que cumple con los requerimientos es el sistema de almacenamiento convencional, que es el usando actualmente para el almacén principal.

Sistemas de almacenaje por compactación							
							
	Paletización compacta	Push-back con carros	Push-back con rodillos	Pallet Shuttle	Dinámica con rodillos	Pallet Shuttle automático	Dinámica con rodillos automática
Aprovechamiento superficie							
Aprovechamiento volumen							
Acceso a cualquier palet							
Rapidez de acceso/agilidad (movimientos por hora)							
Rotación de stock	LIFO	LIFO	LIFO	LIFO/FIFO	FIFO	LIFO	FIFO
Altura último nivel	< 10 m	< 7,5 m	< 7,5 m	< 10-15 m	< 14 m	< 40 m	< 40 m
Anchura pasillos	3,00/3,50 m	3,00/3,50 m	3,00/3,50 m	3,00/3,50 m	1,80/3,50 m	1,55 m	1,55 m
Inversión inicial							
Equipo de manutención (carretillas)	Retráctil o contrapesada	Retráctil o contrapesada	Retráctil o contrapesada	Retráctil, contrapesada o trilateral	Retráctil, contrapesada o trilateral	Transelevador o lanzadera	Transelevador

Otro grupo de materiales no necesita infraestructura, se almacenan en bloque apilando el material uno sobre otro, esto es válido ya que por su volumen y rotación es permitido.

**Ilustración 11: SISTEMA DE ALMACENAJE DE ACCESO DIRECTO**

Fuente de datos: MECALUX Elección sistema

Sistemas de almacenaje de acceso directo						
						
	Paletización convencional	Paletización convencional sobre bases móviles	Paletización convencional de doble profundidad	Paletización convencional con pasillo estrecho	Paletización convencional automática	Paletización convencional automática de doble fondo
Aprovechamiento superficie						
Aprovechamiento volumen						
Acceso a cualquier palet						
Rapidez de acceso/agilidad (movimientos por hora)						
Rotación de stock	FIFO	FIFO	FIFO relativo	FIFO	FIFO	FIFO relativo
Altura último nivel	< 10 m	< 10 m	< 8 m	< 14 m	< 45 m	< 45 m
Anchura pasillos	2,20/3,50 m	3,00/3,50 m	3,00 m	1,55/1,80 m	1,55 m	1,55 m
Inversión inicial						
Equipo de manipulación (carretillas)	Apilador, retráctil o contrapesada	Retráctil o contrapesada	Retráctil específica	Torre bilateral o trilateral	Transelevador	Transelevador

**Ilustración 12: SISTEMAS DE ALMACENAJE POR COMPACTACIÓN**

Fuente de datos: MECALUX Elección sistema

**Elementos de manipulación:** Se analizará el caso puntual del montacargas por ser el más crítico dentro de la operación. Para definir si es necesario otro equipo se ha realizado un análisis de las actividades en las que se requiere el uso del montacargas para así determinar su ocupación; como muestra la **Tabla 13** a continuación.

**Tabla 13: ANÁLISIS OCUPACIÓN DE MONTACARGAS LAY-OUT PROPUESTO**

Propuesto ■

EQUIPO: MONTACARGAS  
 FECHA ELAB.: sep-17

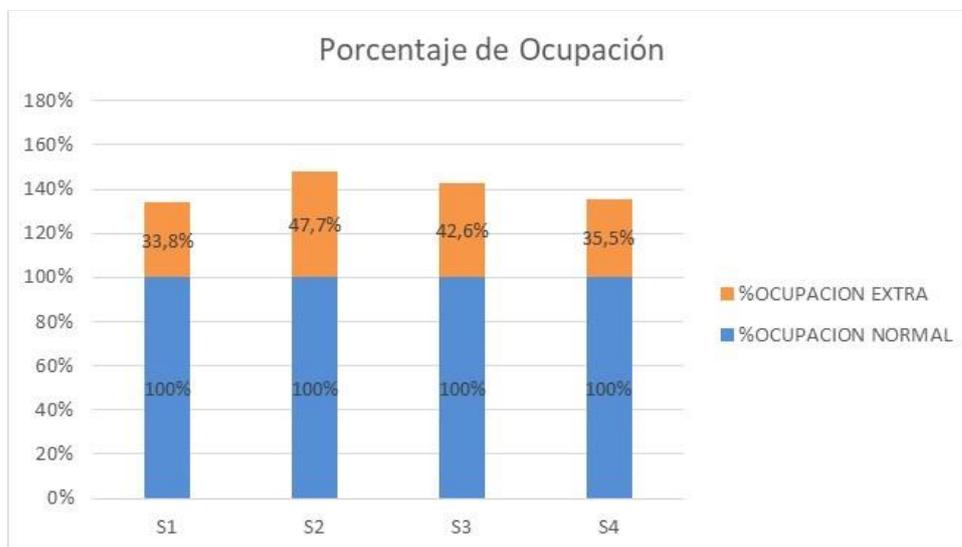
PROCESO	PRODUCTO	SEMANA EN QUE SE REALIZA				FRECUENCIA				T(MIN)/UNI	VOL. MES	T(MIN) MES	S12	S23	S34	S45	CLAS.
		S1	S2	S3	S4	Diatro	Semanal	Quincenal	Mensual								
ABASTECIMIENTO	Producto 3 para punto de consumo 3	■	■	■	■	6				56	132,00	7.392,00	1.680,00	1.680,00	1.680,00	2.352,00	A
RECEPCION	Producto 5 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				75	22,00	1.650,00	375,00	375,00	375,00	525,00	A
RECEPCION	RACKS VACIOS	■	■	■	■	1				60	22,00	1.320,00	300,00	300,00	300,00	420,00	B
ABASTECIMIENTO	ARREGLO PATIOS	■	■	■	■	1				50	22,00	1.100,00	250,00	250,00	250,00	350,00	B
RECEPCION	Producto terminado automatiz taques cliente 1	■	■	■	■	1				45	22,00	990,00	225,00	225,00	225,00	315,00	B
ABASTECIMIENTO	PPC2 CAJAS	■	■	■	■	1				30	22,00	660,00	150,00	150,00	150,00	210,00	B
ABASTECIMIENTO	REAB-ALMACÉN	■	■	■	■	1				20	22,00	440,00	100,00	100,00	100,00	140,00	C
ABASTECIMIENTO	Producto químico 2	■	■	■	■	1				14	22,00	308,00	70,00	70,00	70,00	98,00	C
ABASTECIMIENTO	Producto punto de consumo 4	■	■	■	■	1				12	22,00	264,00	60,00	60,00	60,00	84,00	C
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 3	■	■	■	■	1				200	1,00	200,00	200,00	200,00	200,00	84,00	C
RECEPCION	Producto 4 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				140	1,00	140,00	140,00	140,00	140,00	84,00	C
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				80	1,00	80,00	80,00	80,00	80,00	84,00	C
RECEPCION	Producto químico 1	■	■	■	■	1				40	1,00	40,00	40,00	40,00	40,00	84,00	C
RECEPCION	Producto químico 1	■	■	■	■	1				32	1,00	32,00	32,00	32,00	32,00	84,00	C
ABASTECIMIENTO	Producto 1 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				30	1,00	30,00	30,00	30,00	30,00	84,00	C
RECEPCION	Producto 2 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				24	1,00	24,00	24,00	24,00	24,00	84,00	C
ABASTECIMIENTO	P3PC1 CAJAS	■	■	■	■	1				20	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	C
ABASTECIMIENTO	P1PC1 CAJAS	■	■	■	■	1				20	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	C
ABASTECIMIENTO	P2PC1 CAJAS	■	■	■	■	1				20	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	C
ABASTECIMIENTO	Producto 2 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				20	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	C

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Al momento existen dos montacargas; uno se usa en la operación diaria y otro se mantiene como respaldo, se puede ver en la **Ilustración 13** que hay una ocupación adicional del montacargas de operación, la misma que se ha solventado con horas extras y con el uso del montacargas de respaldo. Por otro lado, el lay-out mejorado propone reubicar los materiales P3PC1, P1PC1, P2PC1 en las estanterías poniéndolos más cerca del punto de consumo 1, esto disminuye las frecuencias de abastecimiento del Almacén 6 al punto de consumo 1, cubriendo así el requerimiento adicional sin necesidad de adquirir o arrendar otro equipo.

**Ilustración 13: PORCENTAJE DE OCUPACIÓN CON LAY-OUT PROPUESTO.**



Elaborado por: Norma Rodríguez

Para mejor comprensión del impacto que tendría la reubicación de los materiales mencionados en las estanterías cercanas al punto de consumo 1 se muestra en la **Tabla 14** el análisis de las actividades en las que se requiere el uso del montacargas, mientras que en la **Ilustración 14** se muestra el porcentaje de ocupación de la situación actual.

**Tabla 14: ANÁLISIS OCUPACIÓN DE MONTACARGAS LAY-OUT ACTUAL**

Actual ■

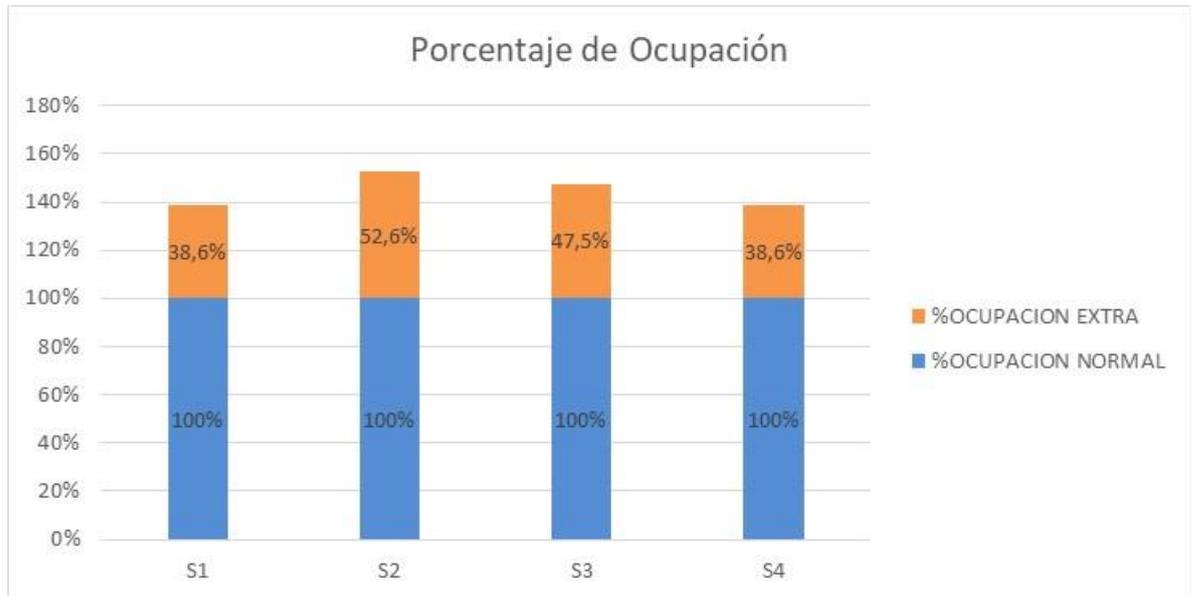
EQUIPO: MONTACARGAS  
FECHA ELAB.: sep-17

PROCESO	PRODUCTO	SEMANA EN QUE SE REALIZA				FRECUENCIA				VOL. MES	T(MIN)/MES	S12	S23	S34	S45	CLAS.
		S1	S2	S3	S4	Diarlo	Semanal	Quincenal	Mensual							
ABASTECIMIENTO	Producto 3 para punto de consumo 3	■	■	■	■	6				56	132,00	1.680,00	1.680,00	1.680,00	2.352,00	A
RECEPCION	Producto 5 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				75	22,00	375,00	375,00	375,00	525,00	A
RECEPCION	RACKS VACIOS	■	■	■	■	1				60	22,00	300,00	300,00	300,00	420,00	A
ABASTECIMIENTO	ARREGLO PATIOS	■	■	■	■	1				50	22,00	250,00	250,00	250,00	350,00	B
RECEPCION	Producto terminado automatiz taques cliente 1	■	■	■	■	1				45	22,00	225,00	225,00	225,00	315,00	B
ABASTECIMIENTO	PPC2 CAJAS	■	■	■	■	1				30	22,00	150,00	150,00	150,00	210,00	B
ABASTECIMIENTO	REAB ALMACÉN	■	■	■	■	1				20	22,00	100,00	100,00	100,00	140,00	B
ABASTECIMIENTO	Producto químico 2	■	■	■	■	1				14	22,00	70,00	70,00	70,00	98,00	C
ABASTECIMIENTO	Producto punto de consumo 4	■	■	■	■	1				12	22,00	60,00	60,00	60,00	84,00	C
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 3	■	■	■	■	1				200	1,00	200,00	200,00	200,00		C
ABASTECIMIENTO	P3PC1 CAJAS	■	■	■	■	2				20	8,60	39,09	39,09	39,09	54,73	C
ABASTECIMIENTO	P1PC1 CAJAS	■	■	■	■	2				20	8,60	39,09	39,09	39,09	54,73	C
ABASTECIMIENTO	P2PC1 CAJAS	■	■	■	■	2				20	8,60	39,09	39,09	39,09	54,73	C
RECEPCION	Producto 4 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				140	1,00	140,00	140,00	140,00		C
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				80	1,00	80,00	80,00	80,00		C
RECEPCION	Producto químico 1	■	■	■	■	1				40	1,00	40,00	40,00	40,00		C
ABASTECIMIENTO	Producto químico 1	■	■	■	■	1				32	1,00	32,00	32,00	32,00		C
RECEPCION	Producto 1 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				30	1,00	30,00	30,00	30,00		C
RECEPCION	Producto 2 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				24	1,00	24,00	24,00	24,00		C
ABASTECIMIENTO	Producto 2 para punto de consumo 2	■	■	■	■	1				20	1,00	20,00	20,00	20,00		C

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Ilustración 14: PORCENTAJE OCUPACIÓN SITUACIÓN ACTUAL**



Elaborado por: Norma Rodríguez

La **Tabla 15** permite hacer un comparativo que muestra la disminución de la ocupación del montacargas considerando los dos lay-out, se observa una disminución del 18% de la ocupación extra al mes.

**Tabla 15: COMPARACIÓN OCUPACIÓN MONTACARGAS**

Semana	%Ocupación ACTUAL	Extra	%Ocupación PROPUESTA	Extra	Comparación
S1	38,6%		33,8%		4,8% ↓
S2	52,6%		47,7%		4,9% ↓
S3	47,5%		42,6%		4,9% ↓
S4	38,6%		35,5%		3,1% ↓

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Mejoramiento de Lay-out:** Para la propuesta de lay-out se han considerado algunos parámetros como: aumento de capacidad de almacenamiento, ubicación de producto en base a clasificación ABC de movimiento o popularidad, stock mínimo.

El nuevo lay-out permite aumentar en cierta medida la capacidad de almacenamiento sin incurrir en inversiones adicionales; considerando la existencia de estanterías que no están siendo utilizadas, al estandarizar el ancho de pasillos de servicio a 1.2 m se han incrementado estanterías adicionales. Los pasillos D, E, F, G no pueden reducirse por la necesidad para

el radio de giro del montacargas y racks especiales para manejo de ciertos productos. Se incrementan los espacios en percha de 141 a 336 en la bodega principal, esto permite tener un mayor inventario de materiales requeridos para producción cerca de los puntos de consumo, como es el caso de los productos para el punto de consumo 1 (que se almacenan en el Almacén 6), disminuyendo los recorridos de reabastecimientos al disminuir las frecuencias del mismo.

Por otro lado, la organización en base al criterio ABC de movimiento o popularidad permite disminuir tiempos de recorrido y por ende costos operativos. Considerando que existen varias familias de productos almacenados en el Almacén Principal se hace una distinción entre productos que necesitan almacenarse en percha y los que se almacenan en racks, así es el caso de producto terminado que se almacena en racks en donde se define un ABC por movimiento en base a la secuencia de producción, para el resto de productos se propone el manejo de perchas por familia para: accesorios, materia prima, repuestos, seguridad industrial y suministros; para los productos de la familia materia prima se ha definido para los materiales tipo A los lugares en percha más cercanos al punto de colocación en racks, proceso que se realiza luego del picking; los productos tipo B deben colocarse en una zona cercana y finalmente los tipo C lo más alejado posible y/o en los últimos pisos de las perchas; para el resto de productos de accesorios, repuestos, seguridad industrial y suministros se hace un ABC en función de movimientos dejando los niveles más altos para productos tipo C.

En cuanto a la identificación y numeración de las estanterías, se numerarán los niveles de abajo hacia arriba, siendo el nivel más bajo el número 1; y columnas de adelante hacia atrás tomando como punto de partida la columna más cercana a los puntos de consumo.

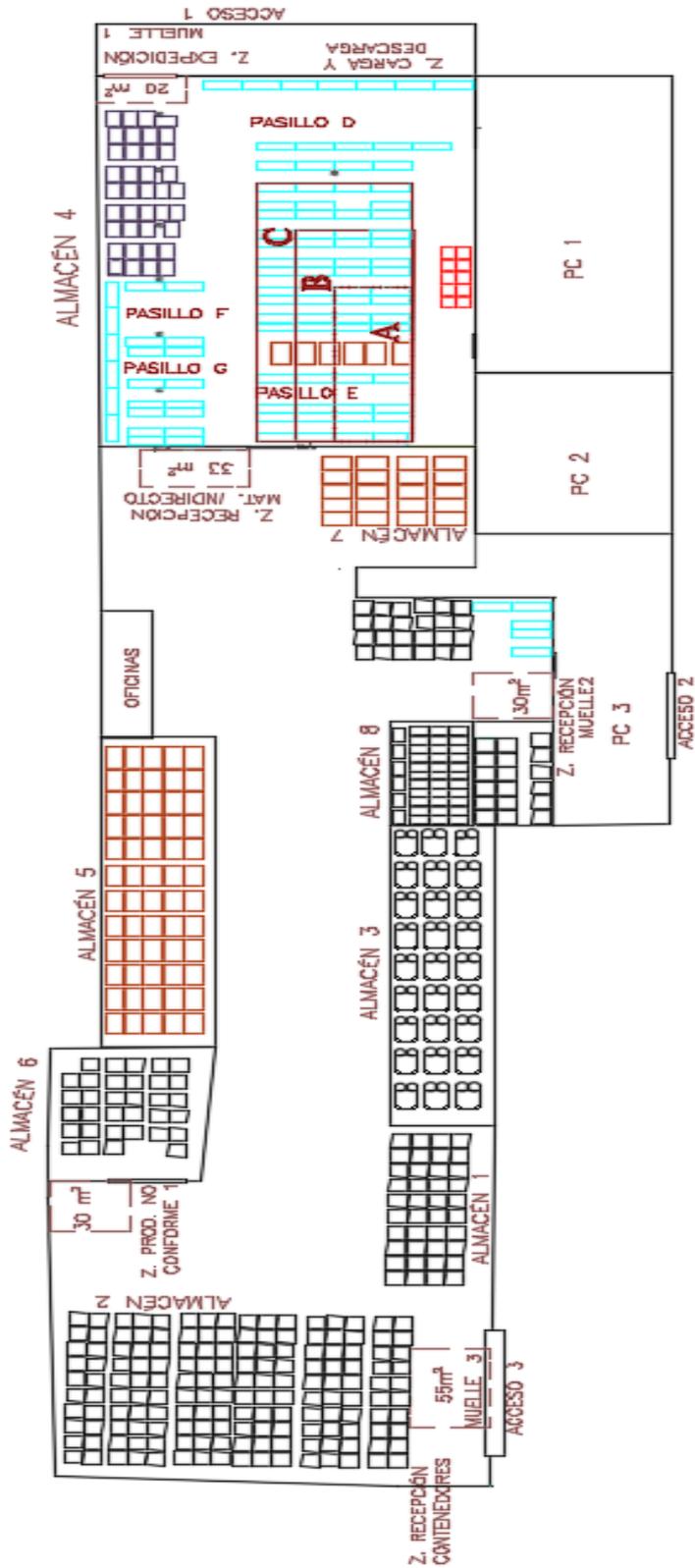
El inventario mínimo con el cual se dispara la orden para reabastecimiento de stock en perchas es de un día en función de la secuencia de producción.

En la **Ilustración 15** se muestra el Lay-out propuesto.

Para definir la zona de recepción se considera que la entrega de material indirecto y suministros varios se realiza en camiones livianos de dos ejes (longitud aproximada de 7 metros de largo por 4 metros de ancho) o camionetas más pequeñas, por lo que el área de maniobra requerida no supera los 30 m<sup>2</sup>, se adiciona un porcentaje (10%) para una operación más fluida ya que existen varios proveedores.

En el muelle 2 la zona de recepción considera también que las entregas se realizan los camiones livianos destinando un área de 30 m<sup>2</sup> para la recepción.

Ilustración 15: LAY-OUT PROPUESTO



Elaborado por: Norma Rodríguez

En la **Tabla 16** a continuación se puede observar más a detalle la distribución por estanterías del Almacén principal, indicando el tipo de producto (familia) que se distribuiría en cada estantería.

**Tabla 16: LAY-OUT PROPUESTO\_ALM.PRINCIPAL**

Lay-out Propuesto								
Almacén Principal								
Estantería	Columnas	Niveles	Espacios	COL.1	COL.2	COL.3	COL.4	Familia
1	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
2	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
3	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
4	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
5	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
6	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
7	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
8	4	3	12	A	A	B	C	Materia prima
9	4	3	12	B	B	B	C	Materia prima
10	4	3	12	B	B	B	C	Materia prima
11	4	3	12	B	B	B	C	Materia prima
12	4	3	12	B	B	B	C	Materia prima
13	4	3	12	C	C	C	C	Materia prima
14	4	3	12	C	C	C	C	Materia prima
15	4	3	12	C	C	C	C	Materia prima
16	4	3	12	P1PC1				Materia prima
17	5	3	15	P3PC1				Materia prima
18	7	3	21	P2PC1				Materia prima
19	4	3	12	ACCESORIOS				Accesorios
20	4	3	12	VARIOS PT PEQUEÑO				Producto terminado
21	4	3	12	VARIOS PT PEQUEÑO				Producto terminado
22	4	3	12	VARIOS PT PEQUEÑO				Producto terminado
23	4	3	12	REPUESTOS				Repuestos
24	4	3	12	SEGURIDAD INDUSTRIAL				Seguridad Industrial
25	4	3	12	SUMINISTROS				Suministros
26	4	3	12	SUMINISTROS				Suministros
27	4	3	12	SUMINISTROS				Suministros
			<b>336</b>					

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Diagrama de recorrido propuesto.**

Para el diagrama de recorrido del lay-out propuesto se considerarán las mismas actividades que en el diagrama de recorrido del lay-out actual, se harán dos clases de diagramas de recorrido:

1. Diagrama de recorrido únicamente de traslados para los productos:
  - P1PC1: Producto 1 para punto de consumo 1 (Anexo 1, punto B.).
  - P2PC1: Producto 2 para punto de consumo 1 (Anexo 2, punto B.).
  - P3PC1: Producto 3 para punto de consumo 1 (Anexo 3, punto B.).
  - P1PC3: Producto 1 para punto de consumo 3 (Anexo 4, punto B.).
  - P2PC3: Producto 2 para punto de consumo 3 (Anexo 5, punto B.).
  - P3PC3: Producto 3 para punto de consumo 3 (Anexo 6, punto B.).
  - PTA1: Producto terminado automotriz cliente 1 (Anexo 7, punto B.).
  - PTA2: Producto terminado automotriz cliente 2 (Anexo 8, punto B.).
  - PTA3: Producto terminado automotriz cliente 3 (Anexo 9, punto B.).
  - PPC2: Productos para punto de consumo 2, incluye complementos asientos, estructuras y mecanismos, donde se hace una clasificación como productos A (Anexo 10, punto B.), B (Anexo 11, punto B.) y C (Anexo 12, punto B.) en función de movimientos.
2. Diagrama de proceso y diagrama de recorrido completo para:
  - Manejo de producto P3PC3 (Anexo 21 y 22).
  - Manejo de complementos asientos (Anexo 23 y 24).
  - Manejo de estructuras y mecanismos (Anexo 25 y 26).
  - Despacho producto terminado (Anexo 27 y 28).

Del diagrama de recorrido de traslados se puede obtener lo mostrado en la **Tabla 17**.

**Tabla 17: ANÁLISIS DE RECORRIDO\_LAY-OUT PROPUESTO**

Producto	Muestra	Distancia (m)	máx.	Distancia mín.(m)	Distancia prom.(m)
PPC2	A	17	15	1	9
	B	16	23	7	16
	C	12	33	10	21
P1PC1	1	24	24	24	24
P1PC3	2	19	18	19	19
P2PC1	7	52	31	43	43
P2PC3	2	16	14	15	15
P3PC1	2	47	35	41	41
P3PC3	4	91	13	55	55
PTA1	2	25	19	22	22
PTA2	2	30	27	29	29
PTA3	2	26	23	25	25

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Como se puede observar con el lay-out propuesto los productos tipo A están más cercanos al área de alistamiento de racks y despacho a los puntos de consumo, por otro lado, los productos tipo C están ubicados más lejos; la organización por tipo de producto evitará que para llegar a un producto tipo A sea necesario mover el producto B o C, disminuyendo movimientos innecesarios. Respecto a los productos de consumo 1 y 3 al incluir más estanterías se mantiene un inventario en la bodega principal que permite mantener la operación sin necesidad de reabastecerse diariamente desde el Almacén 6; así también para el producto terminado la organización por cliente A, B, o C permite un mejor manejo del producto y disminución en tiempos de operación al no tener que realizar movimientos adicionales para llegar al producto requerido.

**Estrategia: Implementar buenas prácticas de almacenamiento.**

Las buenas prácticas de almacenamiento es un conjunto de lineamientos que permiten mejorar el manejo de material para garantizar que los productos se mantengan en las condiciones óptimas, por lo que es fundamental que el personal trabaje con estos criterios.

**Política de buenas prácticas de almacenamiento**

El objetivo de esta política es establecer lineamientos que permitan un mejor manejo en las actividades de almacenamiento, el manejo de materiales está

estrechamente relacionado con los principios de las 5's (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar, mantener), por lo que formará parte esencial de esta política.

Lineamientos sobre el material:

- Verificar que este correctamente identificado.
- El manejo del material debe realizarse precautelando su integridad y calidad.
- Controlar los movimientos de material mediante documentación adecuada.
- Llevar inventarios al día.

Lineamientos sobre el almacenamiento:

- Colocar artículos de mayor demanda más cerca de puertas de entrega y recepción.
- Diseñar niveles de estanterías en lo posible con las alturas necesarias para el producto a almacenar.
- El almacén debe contar con áreas delimitadas y señalizadas, estas deben estar limpias, iluminadas y ventiladas.
- Almacenar materiales según su naturaleza; en áreas techadas aquellos que, por su valor, volumen, tipo de manejo lo requieren y en áreas no techadas aquellos materiales que no sufran deterioro de sí mismo ni su embalaje.
- Para el caso de material apilado, el nivel máximo de apilamiento debe asegurar que el embalaje resista y que permita una fácil manipulación.
- En el caso de paletizar para apilar, asegurar el uso de pallets en buenas condiciones para un buen soporte de la carga, la altura de la estiba la definirá la capacidad de apilamiento propia del producto.
- Manejar materiales perecibles por lotes y fechas de caducidad con las respectivas revisiones periódicas. Usar el más antiguo y separar el

material caducado a una zona de cuarentena, mientras se hace la desincorporación.

- Usar un sistema de ubicación que permita una ágil ubicación y distribución.
- Asegurar el FIFO.
- Almacenar partes similares (familias) o partes que se pidan como conjunto en zonas específicas.
- Almacenar piezas largas y finas de forma vertical.
- Almacenar partes pesadas en ubicaciones estratégicas que brinden un entorno seguro y permita una eficiente ubicación y recolección.
- Asegurar que cada referencia tenga definida su ubicación.
- Manejar ayudas visuales para materiales que tienen movimiento irregular.

Lineamientos sobre Seguridad y Salud Ocupacional:

- Usar equipos de protección personal establecidos (guantes, zapatos de punta de acero, casco, etc.)
- Mantener accesos libres a áreas donde se almacenan equipos de emergencia, extintores, botiquines, etc.
- Mantener pasillos despejados, limpios y libres de obstáculos.
- Señalizar material si este sobresaliera de la estantería (casos de excepción).
- Se debe considerar el nivel de apilamiento de tal forma que mantenga la estabilidad.
- Se debe respetar la capacidad de carga de las estanterías, entrepisos y equipos de transporte.
- Mantener una buena visibilidad durante el transporte de material.

- Usar escaleras para bajar material ubicado en las partes altas de las estanterías.
- Prohibido fumar y comer dentro de las instalaciones.
- Señalizar con pintura amarilla y colocar carteles en pasillos, zonas de almacenamiento y ubicación de equipos de control de incendios y primeros auxilios.

Lineamientos sobre el personal:

- Definir claramente las actividades por persona, así como responsabilidades y alcance.
- Balancear la carga de trabajo.
- Compromiso con el manejo de las 5's.

**Estrategia: Diseñar calendarios de trabajo (recepción, almacenamiento, picking y despacho).**

Se cuentan con dos operarios que realizan la recepción de proveedores menores, suministros y materiales indirectos, como actividades adicionales reabastecimiento en perchas, las actividades de almacenamiento, picking y despacho son realizadas por operarios distintos.

Se identifican problemas en aquellos horarios en los que llegan más de dos proveedores pues no existe el recurso para atender a un tercer proveedor, por lo que para definir las ventanas de recepción se toman en cuenta las siguientes consideraciones: Los turnos de trabajo de cada operario son de 8 horas, se considera una hora no hábil por temas de almuerzo y otros ; el proceso de reabastecimiento de se realiza una vez a la semana con un aproximado de 4 horas, por lo que se propone para balancear los horarios de recepción de proveedores hacer esta actividad de forma diaria, con un tiempo de 1 hora; se requiere en promedio 30 minutos para recepción por proveedor. En la **Tabla 18** a continuación se muestra la cantidad de proveedores que se recibe por día en cada horario, en rojo se muestran los problemas por arriba de más de dos proveedores al mismo tiempo, en los que deben esperar para ser atendidos. En

verde se muestra que existen horarios en los que se recibe un solo proveedor o ninguno, por lo que el proceso de reabastecimiento se puede dar en cualquiera de ellos haciendo un ajuste en las ventanas; de igual manera se deben hacer ajustes a las ventanas de entrega donde existen más de 2 entregas (se muestran en rojo), en verde se muestra los horarios con más holgura donde se podrían hacer ajustes.

**Tabla 18: ENTREGAS DIARIAS PROVEEDORES MENORES**

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total /cada horario
7:00	2	3	0	1	0	0	6
7:30	0	0	0	1	0	0	1
8:00	2	2	5	2	2	1	14
8:30	0	0	0	0	1	0	1
9:00	1	1	2	3	1	0	8
9:30	1	0	1	0	0	0	2
10:00	0	0	0	0	1	0	1
10:30	0	1	0	0	0	0	1
11:00	3	5	2	2	2	2	16
11:30	0	0	1	0	0	0	1
12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:30	0	0	1	0	0	0	1
13:00	0	0	1	2	0	0	3
14:00	0	3	0	0	3	1	7
14:30	1	1	1	1	2	1	7
15:00	0	1	0	1	0	1	3
15:30	0	0	1	0	0	0	1
16:00	2	1	0	1	0	0	4
16:30	0	0	1	1	1	0	3
<b>Total /día</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

### Calendario de trabajo.

Para la elaboración del calendario de trabajo se considera el recurso disponible en almacén, esto es 11 personas cuyas actividades macro están distribuidas de la siguiente forma: 2 operarios desempacan material para producción con una ocupación del 100% ; 1 operario de montacargas con una ocupación que sobrepasa el 100%; 2 choferes de camión que están destinados únicamente a esta actividad ; 1 operario para despacho de producto ; 3 operarios para entrega de material en los diferentes puntos de consumo ; y 2 operarios designados a actividades de recepción de proveedores y reabastecimiento de

almacén principal. Siendo estos últimos los que afectan la recepción de proveedores, para la definición del calendario de trabajo se considera únicamente las actividades macro de estos dos operarios, designando para reabastecimiento el horario de 13:30 a 14:00 y 14:00 a 14:30, de lunes a viernes, así también de 12:30 a 13:00 y de 13:00 a 13:30 se destina para horario de almuerzo y otros varios, como se muestra en la **Tabla 19**:

**Tabla 19: HORARIOS PROPUESTOS PARA RECEPCIÓN DE PROVEEDORES**

Horarios Propuestos						
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
7:00	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(1)	RECEP(1)	DISP	DISP
7:30	DISP	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(2)	DISP	DISP
8:00	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(1)
8:30	DISP	RECEP(2)	RECEP(1)	DISP	RECEP(2)	DISP
9:00	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	DISP
9:30	RECEP(1)	RECEP(2)	RECEP(1)	DISP	DISP	DISP
10:00	DISP	RECEP(2)	RECEP(1)	DISP	RECEP(2)	DISP
10:30	DISP	RECEP(1)	DISP	DISP	DISP	DISP
11:00	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)	RECEP(2)
11:30	DISP	DISP	DISP	DISP	DISP	DISP
12:00	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
12:30	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
13:00	RECEP(1)	DISP	RECEP(1)	RECEP(2)	DISP	DISP
13:30	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	DISP
14:00	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	RECEP(1)
14:30	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(2)	RECEP(1)
15:00	DISP	RECEP(1)	DISP	RECEP(1)	DISP	RECEP(1)
15:30	DISP	DISP	RECEP(1)	DISP	DISP	DISP
16:00	RECEP(2)	RECEP(1)	DISP	RECEP(1)	DISP	DISP
16:30	DISP	DISP	RECEP(1)	RECEP(1)	RECEP(1)	DISP
17:00	DISP	DISP	DISP	DISP	DISP	DISP
<b>TOTAL DISP</b>	<b>390 min</b>	<b>330 min</b>	<b>420 min</b>	<b>360 min</b>	<b>330 min</b>	<b>540 min</b>

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

En la siguiente **Tabla 20** se muestra la distribución de recepciones por operario, así también se puede identificar el porcentaje de ocupación que en promedio se encuentra en el 50% para cada operario, esto permite identificar que la carga laboral de recepción de proveedores este balanceada y además permitirá establecer de mejor manera la asignación de otras para lograr un uso adecuado del recurso.

**Tabla 20: CALENDARIO RECEPCIÓN OPERARIOS 1 Y 2**

<b>Calendario recepción Operario 1</b>						
<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
7:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP		
7:30		RECEP	RECEP	RECEP		
8:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP
8:30		RECEP	RECEP		RECEP	
9:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	
9:30	RECEP	RECEP	RECEP			
10:00		RECEP	RECEP		RECEP	
10:30		RECEP				
11:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP
11:30						
12:00	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
12:30	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
13:00	RECEP		RECEP	RECEP		
13:30	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	
14:00	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	
14:30					RECEP	
15:00						
15:30						
16:00	RECEP					
16:30						
17:00						
<b>Ocupación</b>	<b>210 min</b>	<b>270 min</b>	<b>270 min</b>	<b>180 min</b>	<b>180 min</b>	<b>60 min</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>50%</b>	<b>64%</b>	<b>64%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>17%</b>
<b>Promedio</b>	<b>47%</b>					

<b>Calendario recepción Operario 2</b>						
<b>Hora</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
7:00	RECEP	RECEP				
7:30				RECEP		
8:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	
8:30		RECEP			RECEP	
9:00			RECEP	RECEP	RECEP	
9:30		RECEP				
10:00		RECEP			RECEP	
10:30						
11:00	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP
11:30						
12:00	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
12:30	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS	VARIOS
13:00				RECEP		
13:30	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	
14:00	REAB	REAB	REAB	REAB	REAB	RECEP
14:30	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP	RECEP
15:00		RECEP		RECEP		RECEP
15:30			RECEP			
16:00	RECEP	RECEP		RECEP		
16:30			RECEP	RECEP	RECEP	
17:00						
<b>Ocupación</b>	<b>150 min</b>	<b>270 min</b>	<b>180 min</b>	<b>270 min</b>	<b>210 min</b>	<b>120 min</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>36%</b>	<b>64%</b>	<b>43%</b>	<b>64%</b>	<b>50%</b>	<b>33%</b>
<b>Promedio</b>	<b>48%</b>					

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

### Ventanas de Entrega.

En lo referente a ventanas de entregas de proveedores se busca mantener en lo posible los días y horas que entregan actualmente los proveedores, haciéndose algunos cambios para eliminar el problema de congestión de proveedores, en la **Tabla 21** se muestran las ventanas de recepción de proveedores.

**Tabla 21: VENTANAS DE RECEPCIÓN PROVEEDORES**

<b>Proveedor</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
PROV_1	7:00					
PROV_2	7:00					
PROV_3	8:00					
PROV_4	8:00	10:00				
PROV_5	9:00			9:00		
PROV_6	9:30					
PROV_7	11:00					
PROV_8	11:00				16:30	
PROV_9	13:00		7:30			
PROV_10	14:30			8:00		
PROV_11	16:00		9:00			
PROV_12	16:00	15:00				15:00
PROV_13		8:30				14:00
PROV_14		8:00	8:00	8:00	8:00	8:00
PROV_15			13:00	13:00		
PROV_16						
PROV_17		9:00	9:00	7:30		
PROV_18					9:00	
PROV_19				13:00		
PROV_20		8:30				
PROV_21		7:00				
PROV_22		11:00				
PROV_23			8:30		8:00	
PROV_24		11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
PROV_25				16:00		
PROV_26					8:30	
PROV_27					9:00	
PROV_28		14:30	14:30	14:30	14:30	14:30
PROV_29		16:00				
PROV_30						
PROV_31		8:00				
PROV_32						
PROV_33					10:00	
PROV_34				16:30		
PROV_35			16:30			
PROV_36		9:30	11:00	11:00	11:00	11:00
PROV_37				9:00		
PROV_38			8:00			
PROV_39					8:30	
<i>Continuación Tabla</i>						
<b>Proveedor</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
PROV_40					14:30	

PROV_41		7:30				
PROV_42		10:30				
PROV_43		9:30				
PROV_44				7:30		
PROV_45			9:30			
PROV_46			10:00			
PROV_47			12:30			
PROV_48						
PROV_49				15:00		
PROV_50		10:00			10:00	
PROV_51		7:00				
PROV_52						
PROV_53				7:00		
PROV_54			7:00			
PROV_55						
PROV_56			15:30			

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

**Estrategia: Modelo matemático para asignación de recursos.**

Se desarrolla un modelo matemático simple que permita designar las actividades entre ambos operarios de montacargas para que se pueda recibir el material en los almacenes correspondientes a cada producto. Se toman en cuenta consideraciones tales como:

- Existe un solo operario de montacargas calificado con Licencia tipo G.
- Existen actividades que por requisito solo pueden ser realizadas por operarios de montacargas con licencia G, esto ya que se trata de manejo de productos químicos.
- Los costos hora hombre de ambos operarios son distintos debido a la capacitación que tiene cada uno.

Para el desarrollo del modelo, se usa como herramienta solver. Las variables de decisión son las 20 actividades detalladas en la **Tabla 22**, la función objetivo consiste en buscar la solución óptima o minimizar la asignación de las actividades a cada uno de los operarios con el menor costo posible cumpliendo como restricciones:

1. Se puede asignar una sola tarea a cada operario.

2. Solo el operario 1 que es el calificado con licencia tipo G puede realizar las actividades 8, 13,14.
3. El horario de trabajo del operario 1 no puede superar las 9240 horas al mes, mientras que del operario 2 no puede superar las 6930, esto debido a que no trabajará al 100% en actividades de operario de montacarga.
4. Las variables de decisión solo pueden tomar el valor 0 o 1, es decir son binarias.
5. Las variables de decisión son no negativas.

**Tabla 22: DETALLE DE ACTIVIDADES**

Proceso	Producto	Actividad	Req. Lic G
ABASTECIMIENTO	Producto 3 para punto de consumo 3	ACT 1	
RECEPCION	Producto 5 para punto de consumo 2	ACT 2	
RECEPCION	RACKS VACIOS	ACT 3	
ABASTECIMIENTO	ARREGLO PATIOS	ACT 4	
RECEPCION	Producto terminado automotriz cliente 1	ACT 5	
ABASTECIMIENTO	PPC2_CAJAS	ACT 6	
ABASTECIMIENTO	REAB. ALMACÉN	ACT 7	
ABASTECIMIENTO	Producto químico 2	ACT 8	X
ABASTECIMIENTO	Producto punto de consumo 4	ACT 9	
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 3	ACT 10	
RECEPCION	Producto 4 para punto de consumo 2	ACT 11	
RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 2	ACT 12	
RECEPCION	Producto químico 1	ACT 13	X
ABASTECIMIENTO	Producto químico 1	ACT 14	X
RECEPCION	Producto 1 para punto de consumo 2	ACT 15	
RECEPCION	Producto 2 para punto de consumo 2	ACT 16	
ABASTECIMIENTO	P3PC1_CAJAS	ACT 17	
ABASTECIMIENTO	P1PC1_CAJAS	ACT 18	
ABASTECIMIENTO	P2PC1_CAJAS	ACT 19	
ABASTECIMIENTO	Producto 2 para punto de consumo 2	ACT 20	

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

A continuación, se muestra la formulación algebraica del problema.

Sean:

$X_i =$  Actividad  $i$  ;  $i = 1, \dots, 20$ .

$X_j =$  Operario  $j$  ;  $j = 1, 2$ .

$X_{ij} =$  Actividad  $i$  realizada por el operario  $j$  ;  $i = 1, \dots, 20$  ;  $j = 1, 2$ .

$C_{ij} =$  Costo actividad  $i$  realizada por el operario  $j$  ;  $i = 1, \dots, 20$  ;  $j = 1, 2$ .

$T_{ij} =$  Tiempo actividad  $i$  realizada por el operario  $j$  ;  $i = 1, \dots, 20$  ;  $j = 1, 2$ .

**Restricciones:**

$X_{ij} = 0, 1$  ; Variables de decisión binaria.

$X_i > 0$  ;  $i = 1, \dots, 20$  ; Variable de decisión no negativa.

$X_{8,1} = 1$  ; La actividad 8 solo puede ser realizada por el operario 1.

$X_{13,1} = 1$  ; La actividad 13 solo puede ser realizada por el operario 1.

$X_{14,1} = 1$  ; La actividad 14 solo puede ser realizada por el operario 1.

$\sum_{i=1}^{20} T_{i,1} * X_{i,1} \leq 9240$  ; Capacidad minutos del operario 1 al mes.

$\sum_{i=1}^{20} T_{i,2} * X_{i,2} \leq 6930$  ; Capacidad minutos del operario 2 al mes.

**Función objetivo:**

$$F. obj. = \sum_{i=1}^{20} \sum_{j=1}^2 C_{ij} * X_{ij}$$

El modelo se corre en ambiente SOLVER de Excel, en la **Tabla 23** se muestra la solución obtenida con Solver, donde las celdas de actividad por operario se llenan con 1 o 0 para dar el valor mínimo cumpliendo con las restricciones establecidas.

**Tabla 23: MODELO MATEMÁTICO**

<b>MINIMIZAR COSTO</b>		\$ 1.053,98			OPERARIO 1 (COSTO)	\$	0,09
					OPERARIO 2 (COSTO)	\$	0,05
Actividad	OPERARIO 1	OPERARIO 2	SUMA	T(MIN) MES	OPERARIO 1 (USD)	OPERARIO 2 (USD)	
ACT 1	1	0	1	7.392,00	665,28		369,60
ACT 2	0	1	1	1.650,00	148,50		82,50
ACT 3	0	1	1	1.320,00	118,80		66,00
ACT 4	0	1	1	1.100,00	99,00		55,00
ACT 5	0	1	1	990,00	89,10		49,50
ACT 6	0	1	1	660,00	59,40		33,00
ACT 7	0	1	1	440,00	39,60		22,00
ACT 8	1	0	1	308,00	27,72		15,40
ACT 9	0	1	1	264,00	23,76		13,20
ACT 10	0	1	1	200,00	18,00		10,00
ACT 11	1	0	1	140,00	12,60		7,00
ACT 12	0	1	1	80,00	7,20		4,00
ACT 13	1	0	1	40,00	3,60		2,00
ACT 14	1	0	1	32,00	2,88		1,60
ACT 15	0	1	1	30,00	2,70		1,50
ACT 16	0	1	1	24,00	2,16		1,20
ACT 17	0	1	1	20,00	1,80		1,00
ACT 18	0	1	1	20,00	1,80		1,00
ACT 19	0	1	1	20,00	1,80		1,00
ACT 20	0	1	1	20,00	1,80		1,00
Restricciones				Detalle			
ACT 8 "B12"	1 =		1	Se requiere Licencia G			
ACT 13 "B16"	1 =		1	Se requiere Licencia G			
ACT 14 "B17"	1 =		1	Se requiere Licencia G			
Suma producto Actividad asignada a operario 1 por tiempo de actividad.	7912	<=	9.240,00	Capacidad horas por turno			
Suma producto Actividad asignada a operario 2 por tiempo de actividad.	6838	<=	6.930,00	Capacidad horas por turno			

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

Con los resultados del modelo como se muestra en la **Tabla 23**, se han redistribuido las actividades para cada operario como indica la **Tabla 24** a continuación:

**Tabla 24: ACTIVIDADES REDISTRIBUIDAS**

**OPERARIO 1**

Propuesto

EQUIPO: MONTACARGAS  
FECHA ELAB.: sep-17

ACT.	PROCESO	PRODUCTO	SEMANA EN QUE SE REALIZA				FRECUENCIA				T(MIN)/JUN	VOL. MES	T(MIN) MES	S12	S23	S34	S45	
			S1	S2	S3	S4	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual								Anual
ACT 1	ABASTECIMIENTO	Producto 3 para punto de consumo 3	█	█	█	█	6					56	132,00	7.392,00	1.680,00	1.680,00	1.680,00	2.352,00
ACT 8	ABASTECIMIENTO	Producto químico 2	█	█	█	█	1					14	22,00	308,00	70,00	70,00	70,00	98,00
ACT 11	RECEPCION	Producto 4 para punto de consumo 2										140	1,00	140,00				140,00
ACT 13	RECEPCION	Producto químico 1										40	1,00	40,00				40,00
ACT 14	ABASTECIMIENTO	Producto químico 1										32	1,00	32,00				32,00
													<b>7.912,00</b>	<b>1.750,00</b>	<b>1.750,00</b>	<b>1.962,00</b>	<b>2.450,00</b>	

**OPERARIO 2**

Propuesto

EQUIPO: MONTACARGAS  
FECHA ELAB.: sep-17

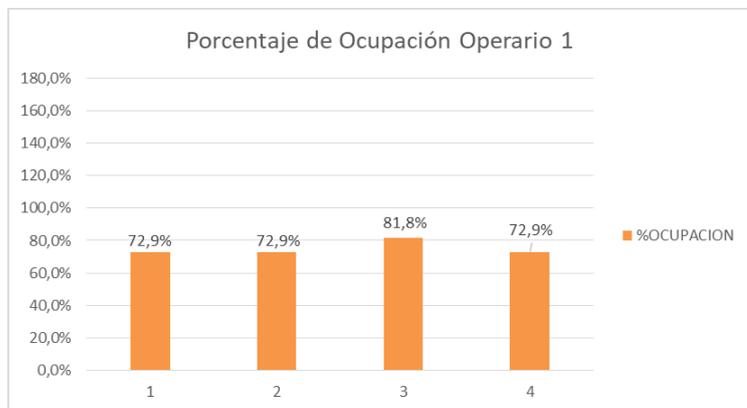
ACT.	PROCESO	PRODUCTO	SEMANA EN QUE SE REALIZA				FRECUENCIA				T(MIN)/JUN	VOL. MES	T(MIN) MES	S12	S23	S34	S45	
			S1	S2	S3	S4	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual								Anual
ACT 2	RECEPCION	Producto 5 para punto de consumo 2	█	█	█	█	1					75	22,00	1.650,00	375,00	375,00	375,00	525,00
ACT 3	RECEPCION	RACKS VACIOS	█	█	█	█	1					60	22,00	1.320,00	300,00	300,00	300,00	420,00
ACT 4	ABASTECIMIENTO	ARREGLO PATIOS	█	█	█	█	1					50	22,00	1.100,00	250,00	250,00	250,00	350,00
ACT 5	RECEPCION	Producto terminado automatiz cliente 1	█	█	█	█	1					45	22,00	990,00	225,00	225,00	225,00	315,00
ACT 6	ABASTECIMIENTO	PPC2 CAJAS										30	22,00	660,00	150,00	150,00	150,00	210,00
ACT 7	ABASTECIMIENTO	REAB. ALMACÉN										20	22,00	440,00	100,00	100,00	100,00	140,00
ACT 9	ABASTECIMIENTO	Producto punto de consumo 4	█	█	█	█	1					12	22,00	264,00	60,00	60,00	60,00	84,00
ACT 10	RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 3										200	1,00	200,00			200,00	
ACT 12	RECEPCION	Producto 3 para punto de consumo 2										80	1,00	80,00			80,00	
ACT 15	RECEPCION	Producto 1 para punto de consumo 2										30	1,00	30,00			30,00	
ACT 16	RECEPCION	Producto 2 para punto de consumo 2										24	1,00	24,00			24,00	
ACT 17	ABASTECIMIENTO	P3PC1 CAJAS										20	1,00	20,00				20,00
ACT 18	ABASTECIMIENTO	P1PC1 CAJAS										20	1,00	20,00				20,00
ACT 19	ABASTECIMIENTO	P2PC1 CAJAS										20	1,00	20,00				20,00
ACT 20	ABASTECIMIENTO	Producto 2 para punto de consumo 2										20	1,00	20,00			20,00	
													<b>6.838,00</b>	<b>1.460,00</b>	<b>1.814,00</b>	<b>1.460,00</b>	<b>2.104,00</b>	

Fuente de datos: Empresa de poliuretano XX

Elaborado por: Norma Rodríguez

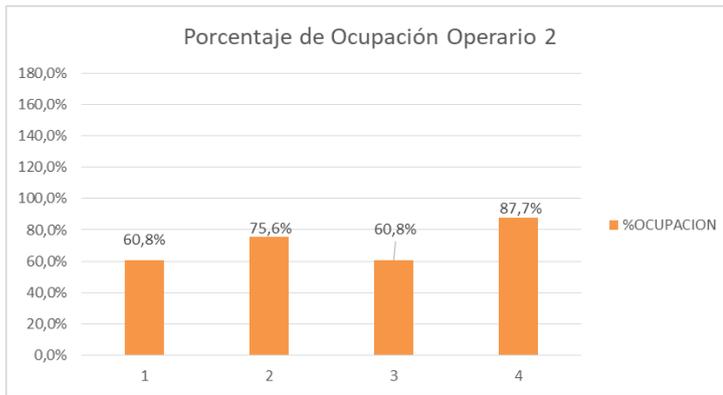
Con lo que se observa que las ocupaciones de cada uno están en general sobre el 70%; ver **Ilustración 18** para operario 1 e **Ilustración 19** operario 2, lo que muestra que habría una ocupación correcta del recurso.

**Ilustración 16: PORCENTAJE OCUPACIÓN OPERARIO 1**



Elaborado por: Norma Rodríguez

**Ilustración 17: PORCENTAJE OCUPACIÓN OPERARIO 2**



Elaborado por: Norma Rodríguez.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones:

- Del análisis de indicadores y diagramas de recorrido realizados se han identificado oportunidades de mejora en tiempos, pero también se hace evidente la necesidad de hacer las operaciones de una forma más estandarizada para que el proceso fluya de mejor manera y a la vez pueda ser más controlado, para esto una clave importante es el trabajo estandarizado.
- El nuevo lay-out permitirá un mejor uso de los espacios como los destinados a desempaque y la capacidad de almacenamiento como tal. Al disminuir espacios para desempaque se obliga a que el tiempo de permanencia de cajas en este espacio sea mínimo; haciendo que mejore el proceso al tener menos cajas abiertas. En lo referente a la capacidad se podría aumentar en un 42%.
- La mejora en la capacidad más una metodología ABC procurará una mejor disposición de los materiales de acuerdo a sus necesidades.
- El lay-out propuesto ayudará a disminuir el porcentaje de ocupación del montacargas y de su operario respectivo; semanalmente un 4% en promedio y mensualmente un 18% al mes, lo que impacta en los costos por horas extras y otros valores asociados.
- En esta misma línea se ve una mejora en la disminución de las distancias recorridas durante el proceso, disminuyendo en promedio 400 metros que contribuían a movimientos y costos innecesarios.
- La organización de actividades permite definir calendarios de recepción de proveedores sin la necesidad de incrementar otros recursos, esto generará un proceso más ágil y ayudará a dar un mejor servicio a los proveedores al momento de la recepción.

- Por otro lado, los calendarios de recepción dejan ver de manera cuantitativa la ocupación por operario para esta actividad, siendo en promedio 47%; esto constituye una herramienta importante para que las líneas de supervisión puedan realizar una reasignación de actividades.
- El modelo propone una redistribución de actividades a nivel de operarios de montacargas buscando el costo óptimo y la mayor ocupación del recurso humano y equipos, al ser un modelo sencillo el mismo puede ir adaptándose según las necesidades.

### **Recomendaciones:**

- El establecimiento de políticas de buenas prácticas de almacenamiento, así como de manejo de FIFO ayudará al personal a tener lineamientos más claros que facilitarán sus labores diarias en un ambiente más seguro, esto sumado a un seguimiento de cumplimiento hará de esto una forma de trabajo propia.
- Se recomienda capacitar un montacarguista adicional para que pueda operar el montacargas con permiso interno y pueda soportar de mejor manera la operación, considerando que la carga de trabajo no cubre el 100% del tiempo se considera que al menos el 75% del tiempo pueda ser usado como operario de montacargas y el 25% otras actividades de soporte varias.
- Para no incurrir en horas extras por el uso del montacargas se pueden usar buffers como opción para disminuir viajes largos, especialmente en el caso de materiales que tienen un alto porcentaje de rechazo en producción.
- En cuanto a la parte operativa se recomienda realizar inventario mientras se realiza el picking, esto con la finalidad de mantener un mejor control de las existencias y elevar a tiempo problemas que puedan presentarse como faltantes, daños de material o inventario bajo el nivel de seguridad.

- Se recomienda definir una política de revisión visual de cajas al momento de la recepción de contenedores, para evitar la manipulación incorrecta de material con posible daño para la posterior revisión con calidad, así también la comunicación formal de novedades encontradas al momento de la apertura de las cajas.
- En el lay-out propuesto se definen las zonas para productos ABC en función de movimiento, esto junto con el ABC de costos permitirá tener una base para realizar el plan de inventario anual, se recomienda contemplar para los productos tipo: AA , es decir A en costo y A en movimiento ; BA , es decir B en costo y A en movimiento, AA , es decir A en costo y A en movimiento ; AB , es decir A en costo y B en movimiento; un conteo de 3 veces al año , para los productos tipo: AC , es decir A en costo y C en movimiento ; BB , es decir B en costo y B en movimiento ; CA , es decir C en costo y A en movimiento ; un conteo de 2 veces al año y para el resto un conteo de 1 vez al año. Esto permitirá tener un mejor control del inventario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

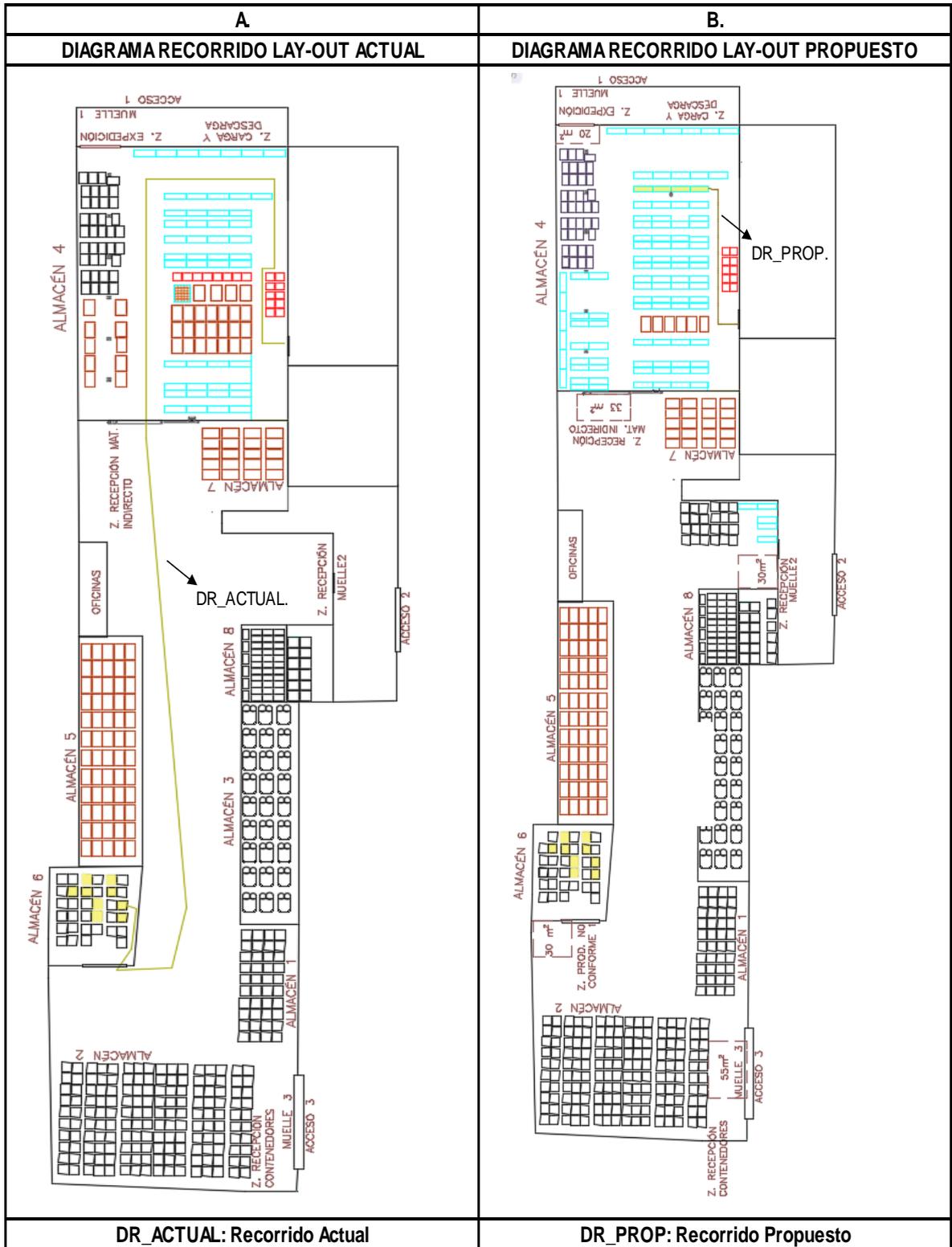
- Baker P. & Canessa, M. (2009). Warehouse design, 193, 425–436.
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro* (5ta ed.). México.
- Botero, A. (2017). Revista de Logística. Retrieved from <http://revistadelogistica.com/almacenamiento/dimensionamiento-de-almacenes/>
- Buil, R., & Piera, M. A. (2007). New warehouse design methodology at strategic and operational level, 196–201.
- Chackelson, C. (2013). *TESIS :: METODOLOGÍA DE DISEÑO DE ALMACENES: Fases, herramientas y mejores prácticas.*
- Chaparro Anaya, O. (1995). *Manual para la Gestión de Proyectos de Desarrollo Tecnológico.* Colombia.
- Fernandez, R. L. (2010). *Comercio y marketing* (2da ed.). Madrid.
- Francisco, R. S. (2003). *Técnicas de resolución de problemas.* Madrid.

- Frazelle, E. (2002). *SUPPLY CHAIN The Logistics of Supply Chain Management* (1ra ed.). New York.
- García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6, 89–94.
- Goetschalckx, M., Bodner, D., & Govindaraj, T. (2001). Development of a design methodology for warehousing systems: hierarchical framework Georgia Institute of Technology, 1.
- Gómez, R. D. (2009). *Manual De Gestion De Proyectos* (Primera ed). Colombia.
- Hernández Ruiz, A. (2015). *Diseño y Organización del Almacén* (1ra ed.). España.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Uruguay.
- Jinxiang Gu\*, Marc Goetschalckx†, L. F. M., & School. (2016). Research on warehouse operation: A comprehensive review Research on Warehouse Operation: A Comprehensive Review. *European Journal of Operational Research* -, (July). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Jorge Sierra y Acosta, Maria Virginia Guzman Ibarra, F. G. M. (2015). Administración de Almacenes y Gestión de Inventarios. *The Effects of Brief Mindfulness Intervention on Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference*, 1, 137. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lefcovich Mauricio. (2005). Análisis de los campos de fuerzas y mejora continua. Retrieved from <https://www.gestiopolis.com/analisis-campos-fuerzas-mejora-continua/>
- Mainar, H. (2006). *Manual del Ingeniero Industrial*. (MCGRAW-HILL, Ed.). México.
- Mauleón Torres, M. (2013). Teoría del Almacén (p. 89). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Poliuretano insumos. (2008). Aplicaciones de poliuretanos y espumas. Retrieved from <http://poliuretano insumos.com.ar/aplicaciones-de-poliuretanos/>
- Press, I. S., Vrysagotis, V., & Kontis, P. A. (2011). Warehouse layout problems: Types of problems and solution algorithms, 1(1), 131–152.
- Queirolo, F., Tonelli, F., Schenone, M., Nan, P., & Zunino, I. (2002). WAREHOUSE LAYOUT DESIGN: MINIMIZING TRAVEL TIME WITH A GENETIC AND SIMULATIVE APPROACH - METHODOLOGY AND CASE STUDY, (c).
- Rodríguez, R., Veverka, J., & Pereira, P. (2015). Guía logística.
- Rouwenhorst, B., Reuter, S., Stockrahm, V., & Houtum, V. (1999). *Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review*. Netherlands.

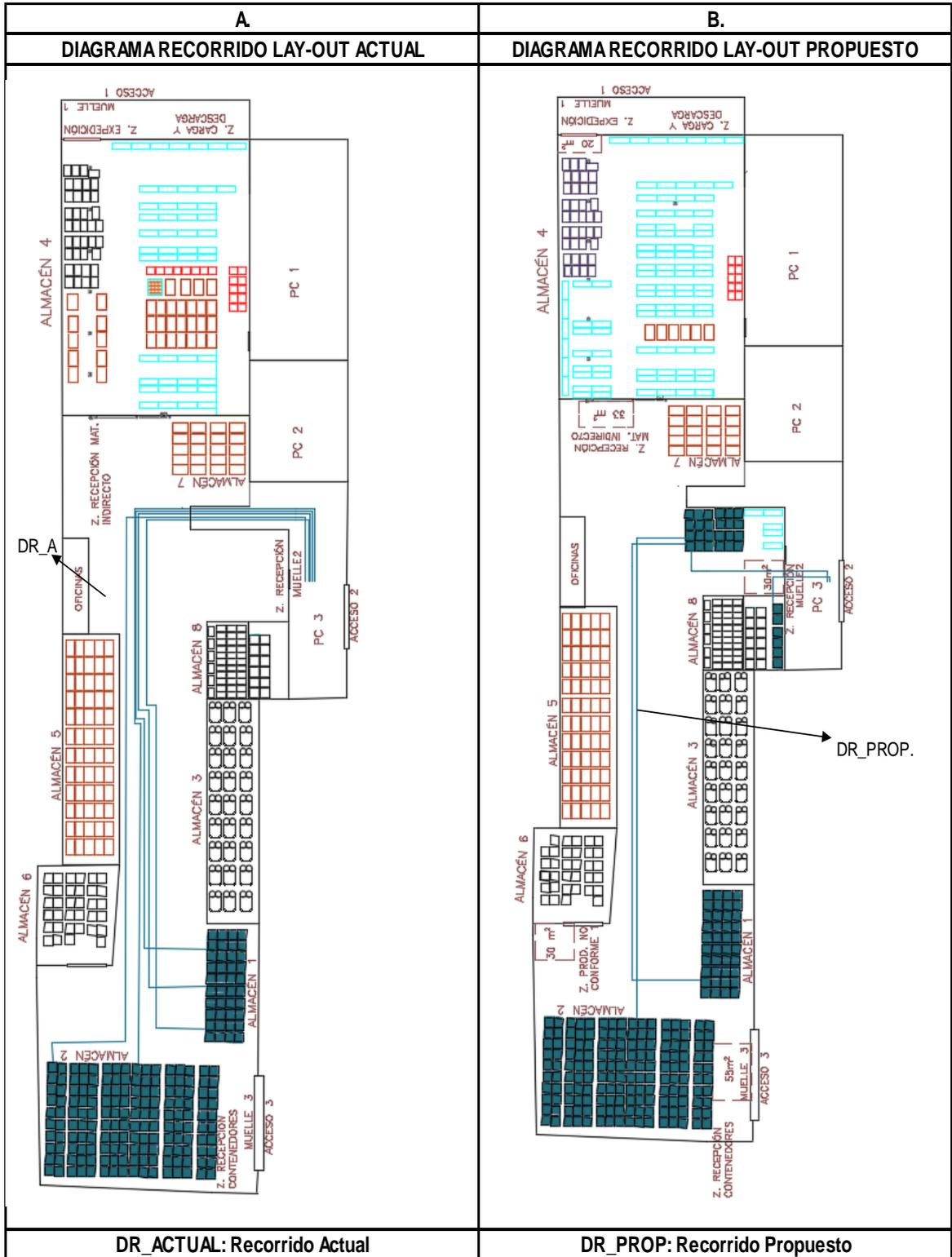
- Ruiz-Falcó Rojas, A. (2009). *Herramientas de calidad. Herramientas de calidad*.  
Madri.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2006). *The handbook of logistics &  
distribution management* (3rd ed.). London.
- Salazar López, B. (2016). Técnicas de Registro de la Información. Retrieved  
from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingeniería-de-metodos/técnicas-de-registro-de-la-información/>
- Universidad de Champagnat. (2002). Herramientas básicas para la solución de  
problemas. Retrieved from <https://www.gestiopolis.com/herramientas-basicas-para-la-solucion-de-problemas/#autores>

## ANEXOS

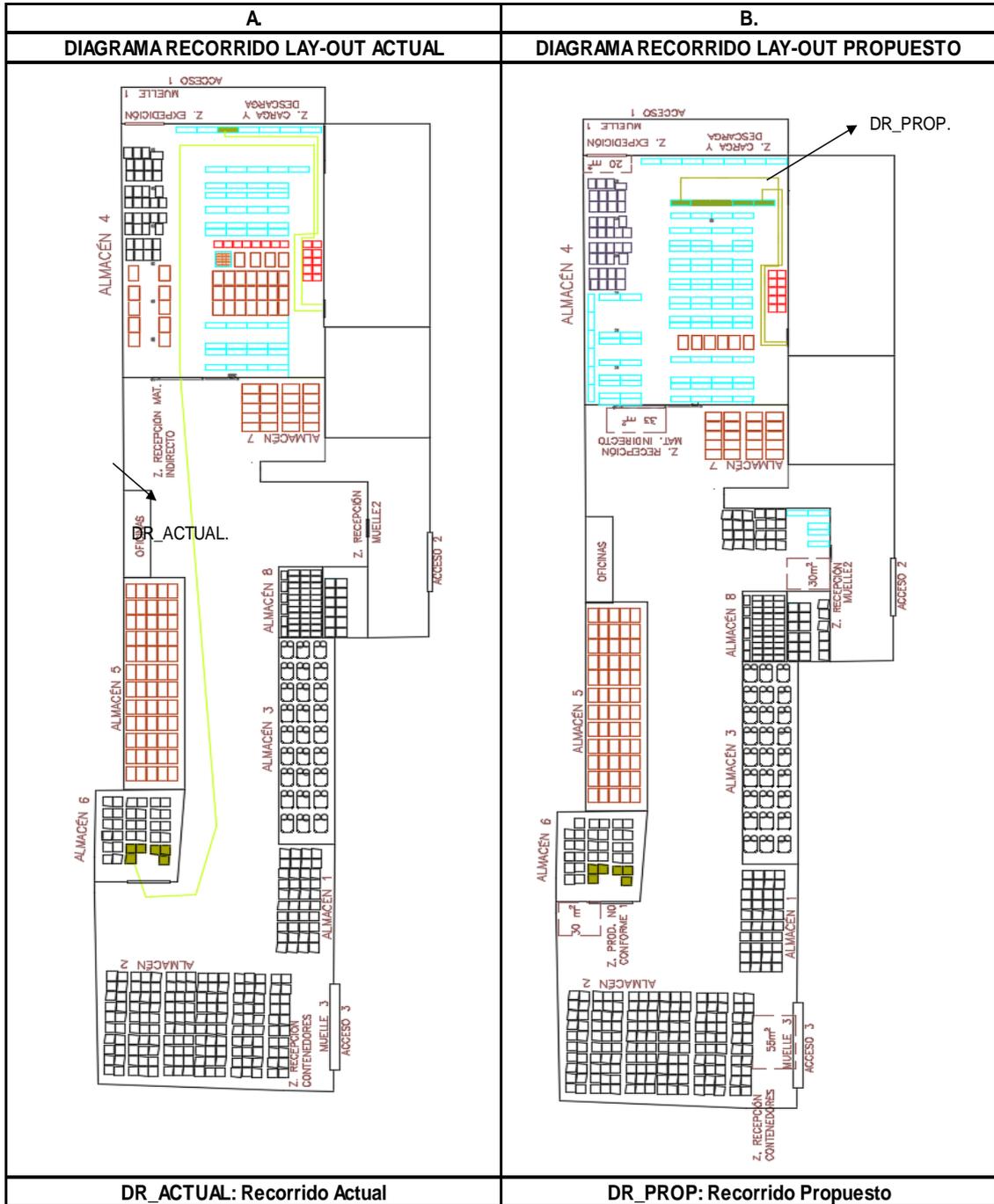
Anexo 1: P1PC1 Producto 1 para punto de consumo 1



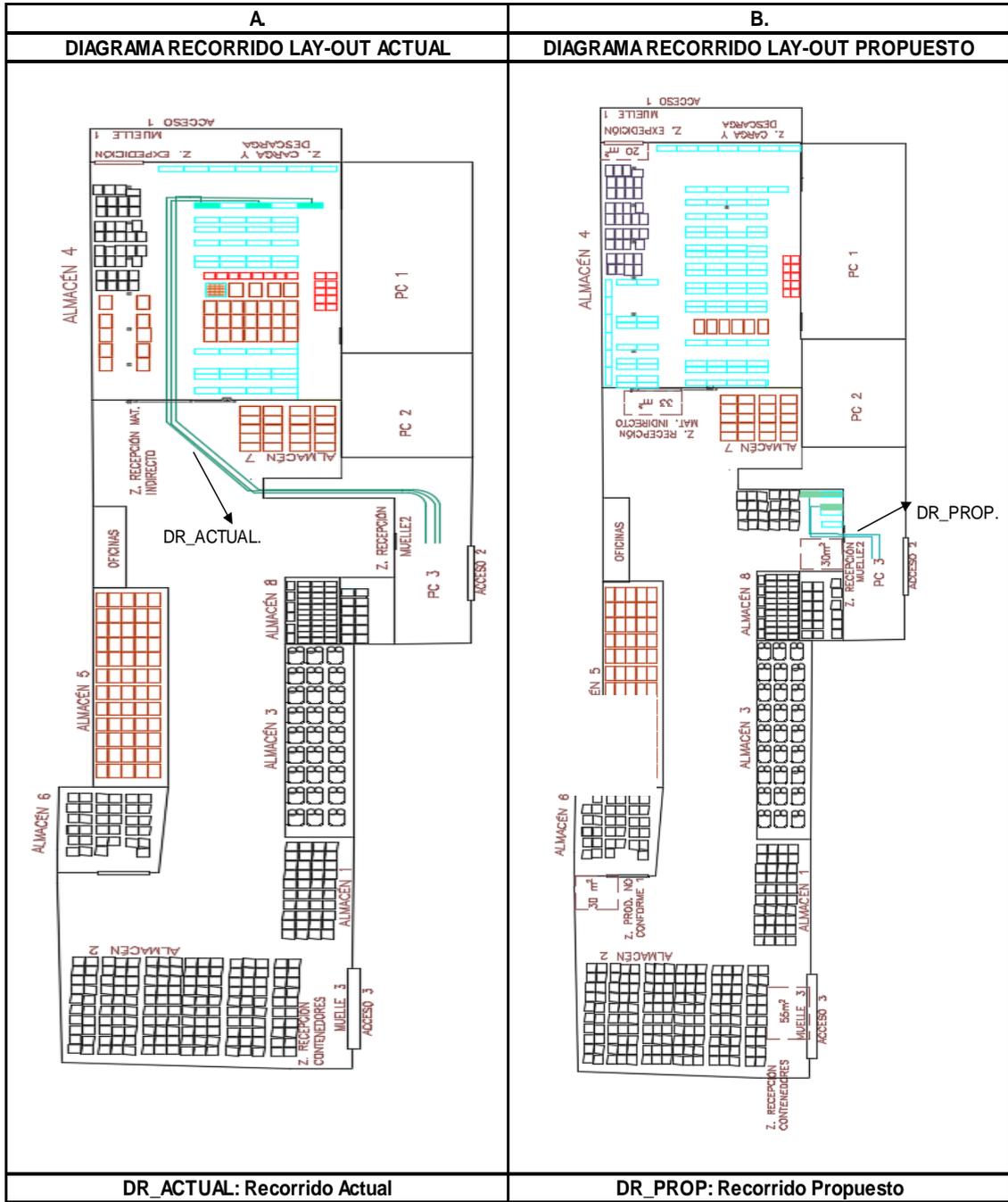
Anexo 2: P2PC1 Producto 2 para punto de consumo 1



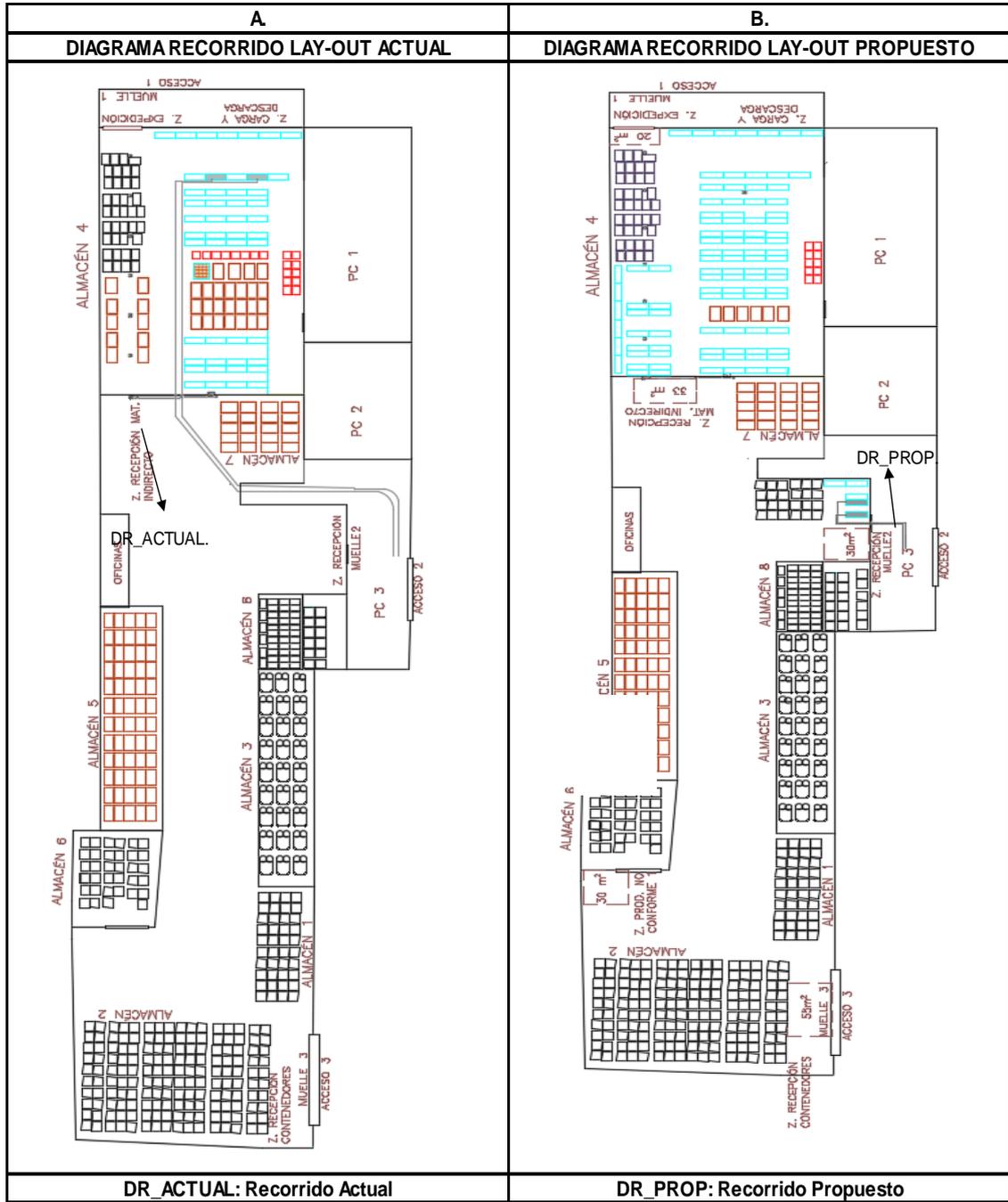
### Anexo 3: P3PC1: Producto 3 para punto de consumo 1



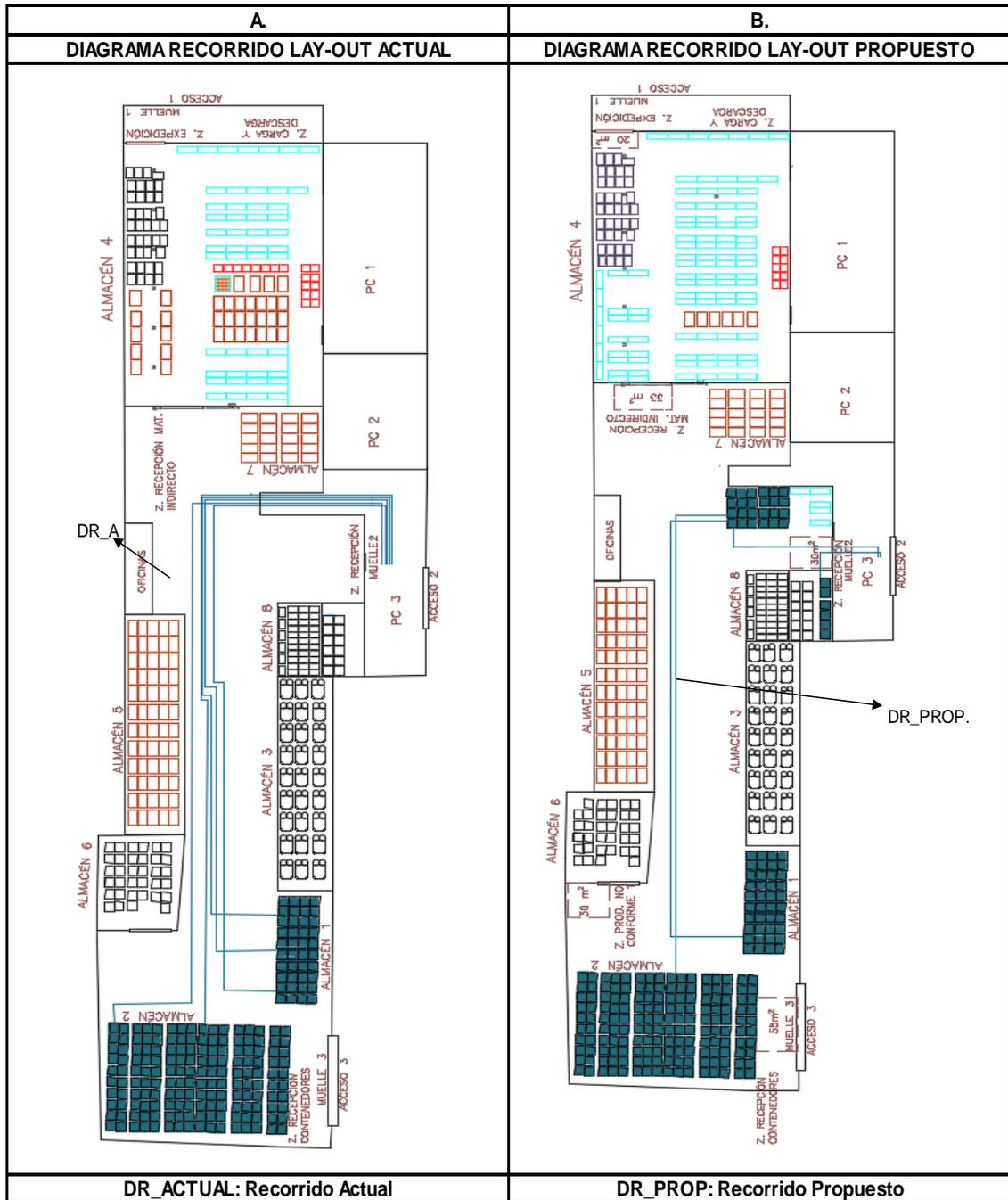
Anexo 4: P1PC3 Producto 1 para punto de consumo 3



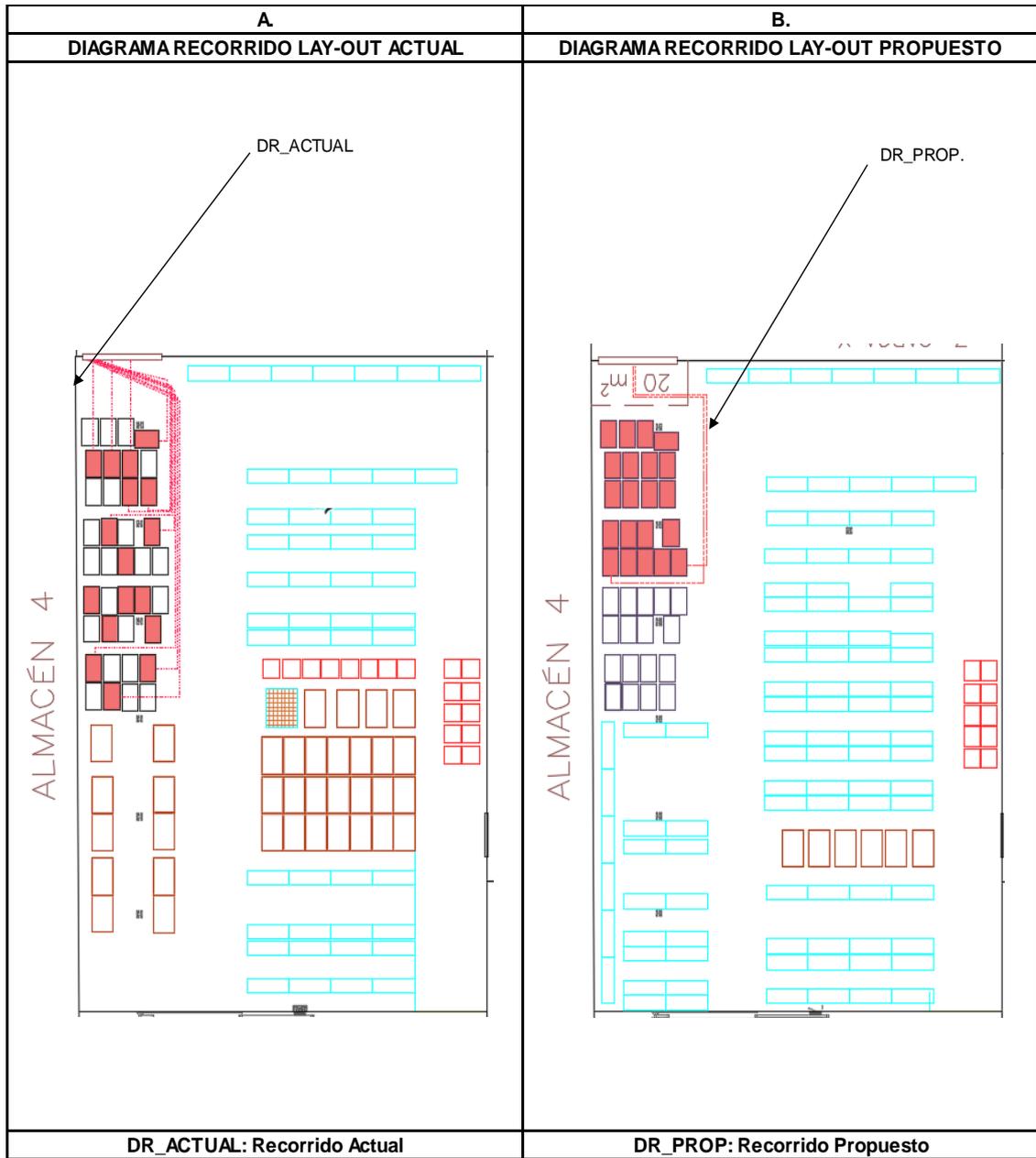
## Anexo 5: P2PC3 Producto 2 para punto de consumo 3



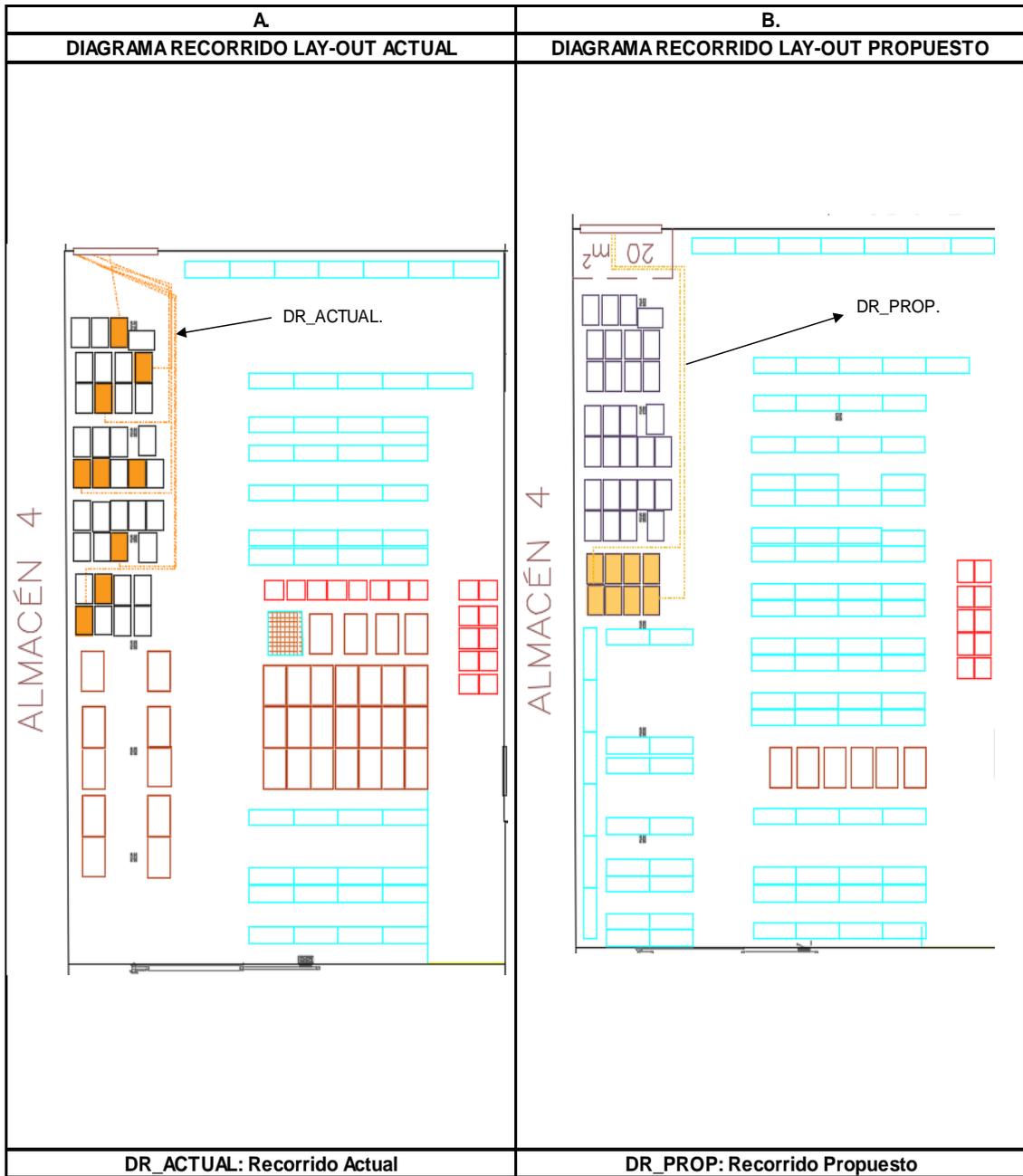
Anexo 6: P3PC3 Producto 3 para punto de consumo 3



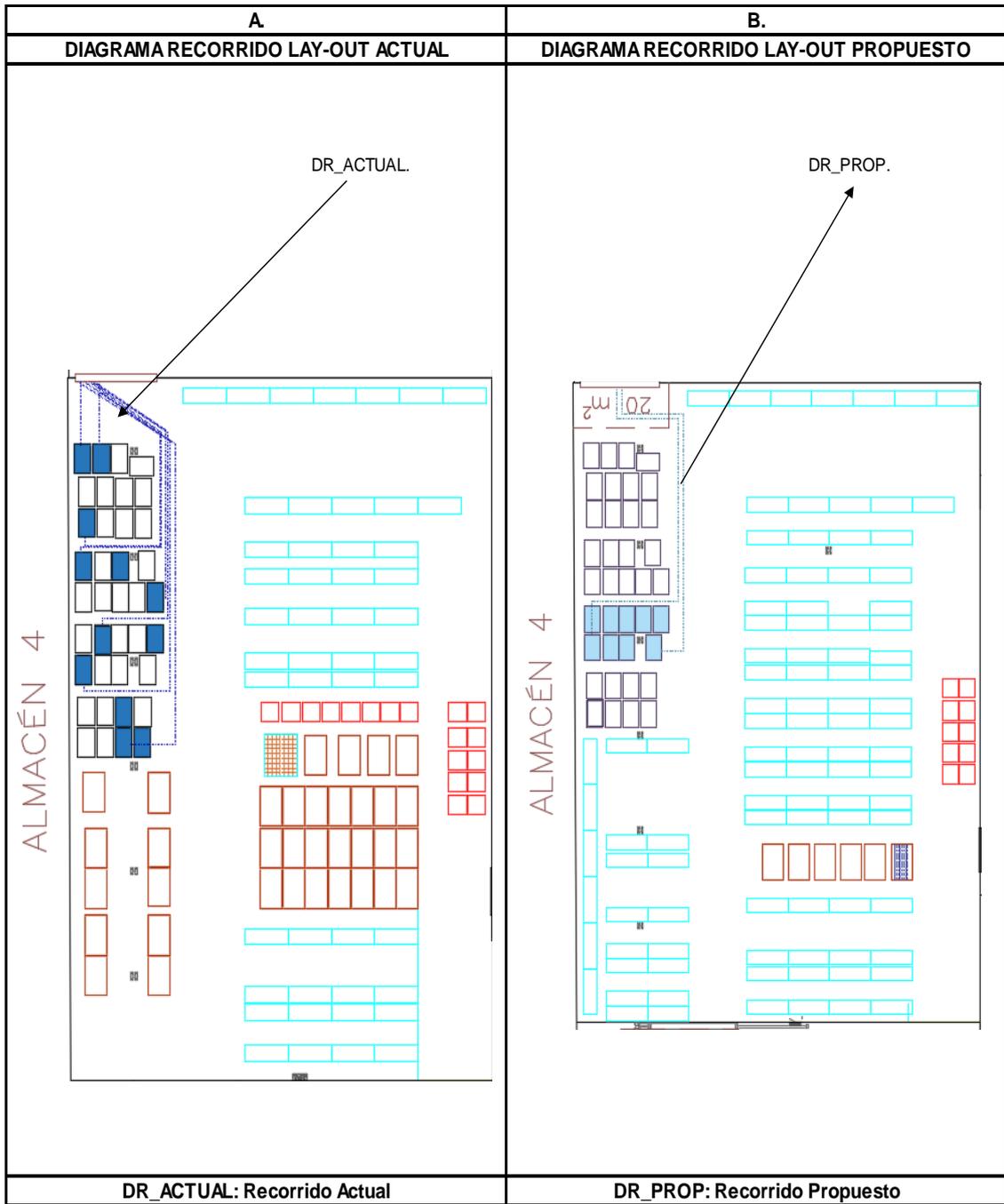
**Anexo 7: PTA1 Producto terminado automotriz cliente 1**



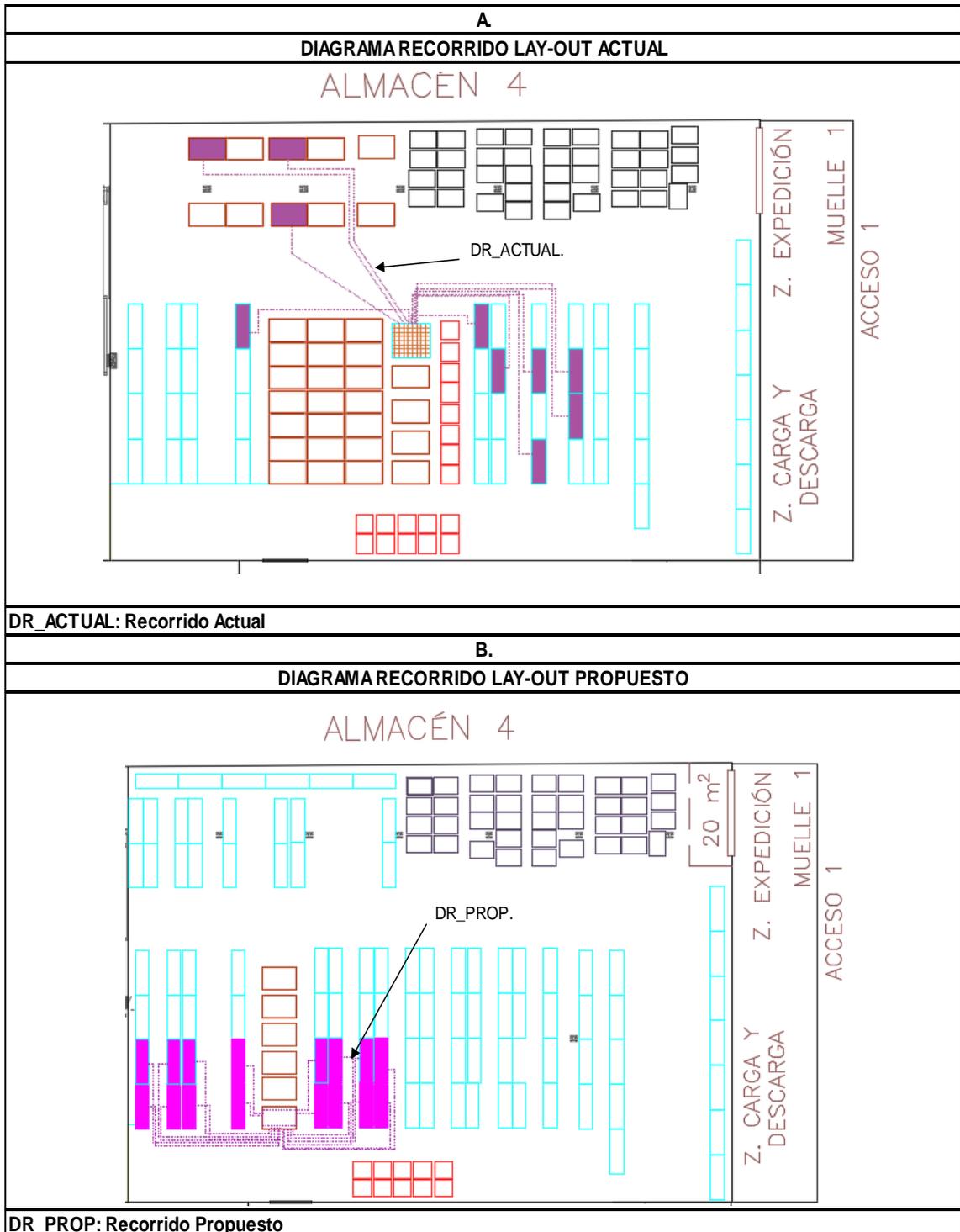
Anexo 8: PTA2 Producto terminado automotriz cliente 2



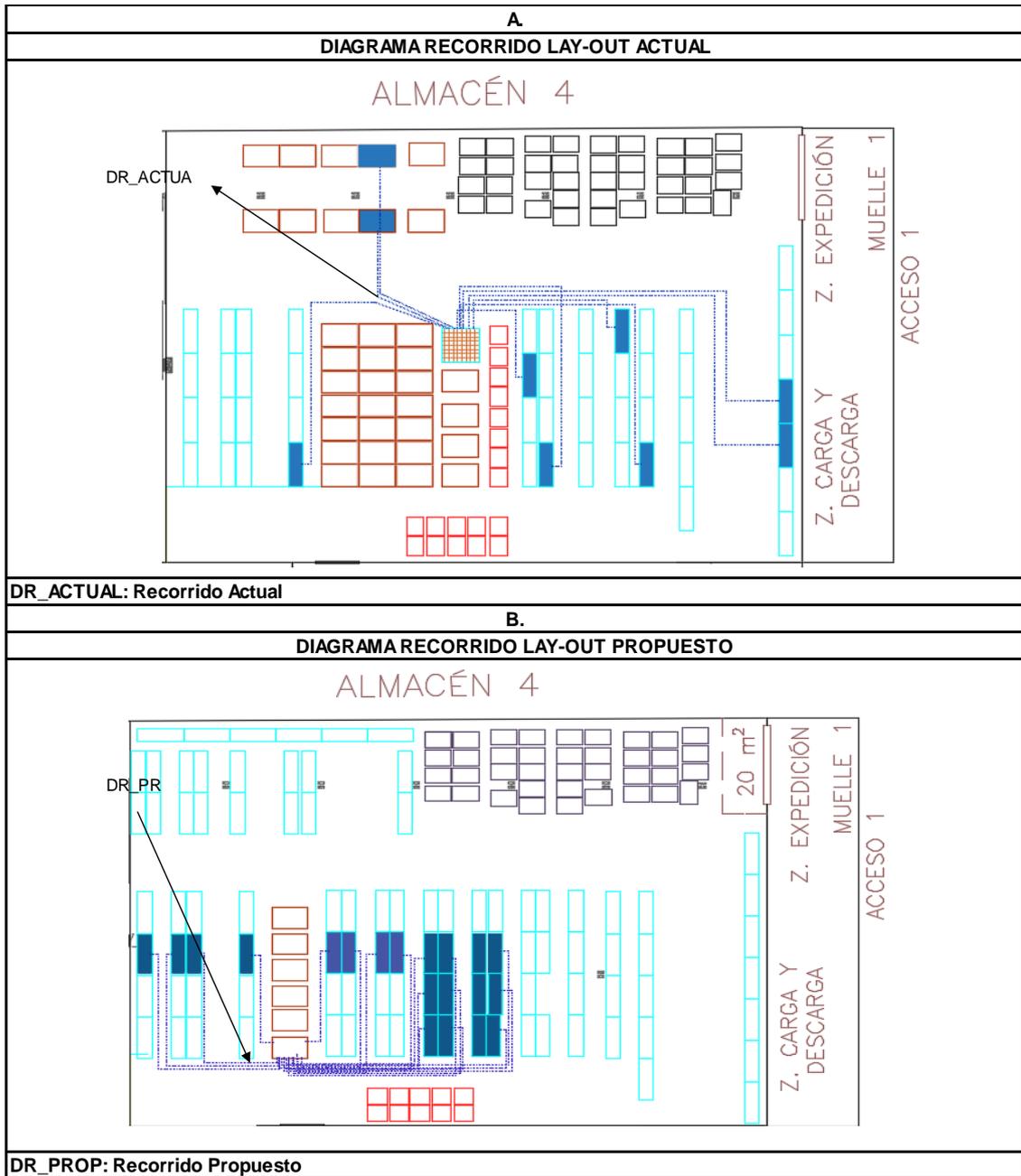
Anexo 9: PTA3 Producto terminado automotriz cliente 3



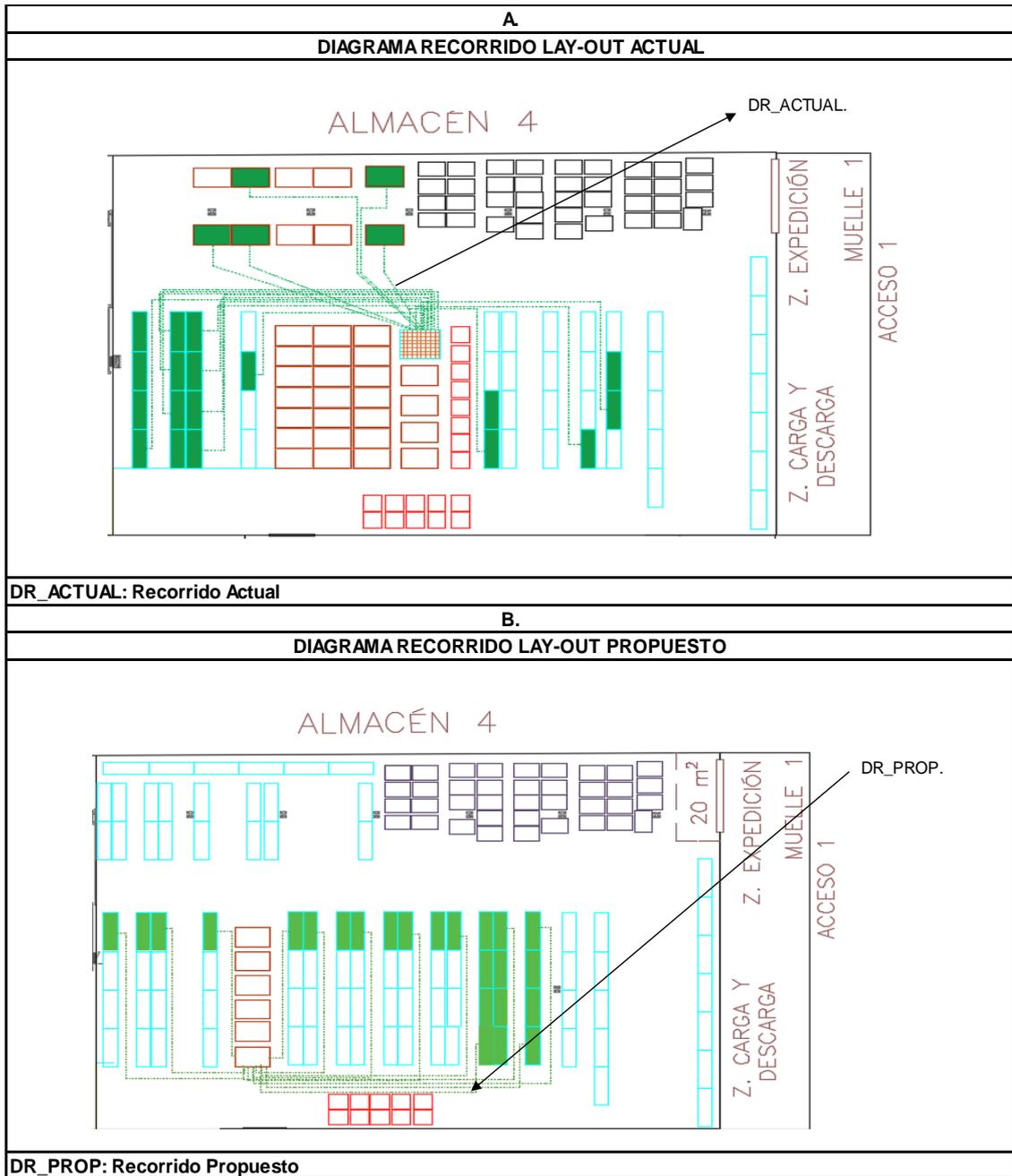
Anexo 10: PPC2 Productos para punto de consumo 2 tipo A



**Anexo 11: PPC2 Productos para punto de consumo 2 tipo B**



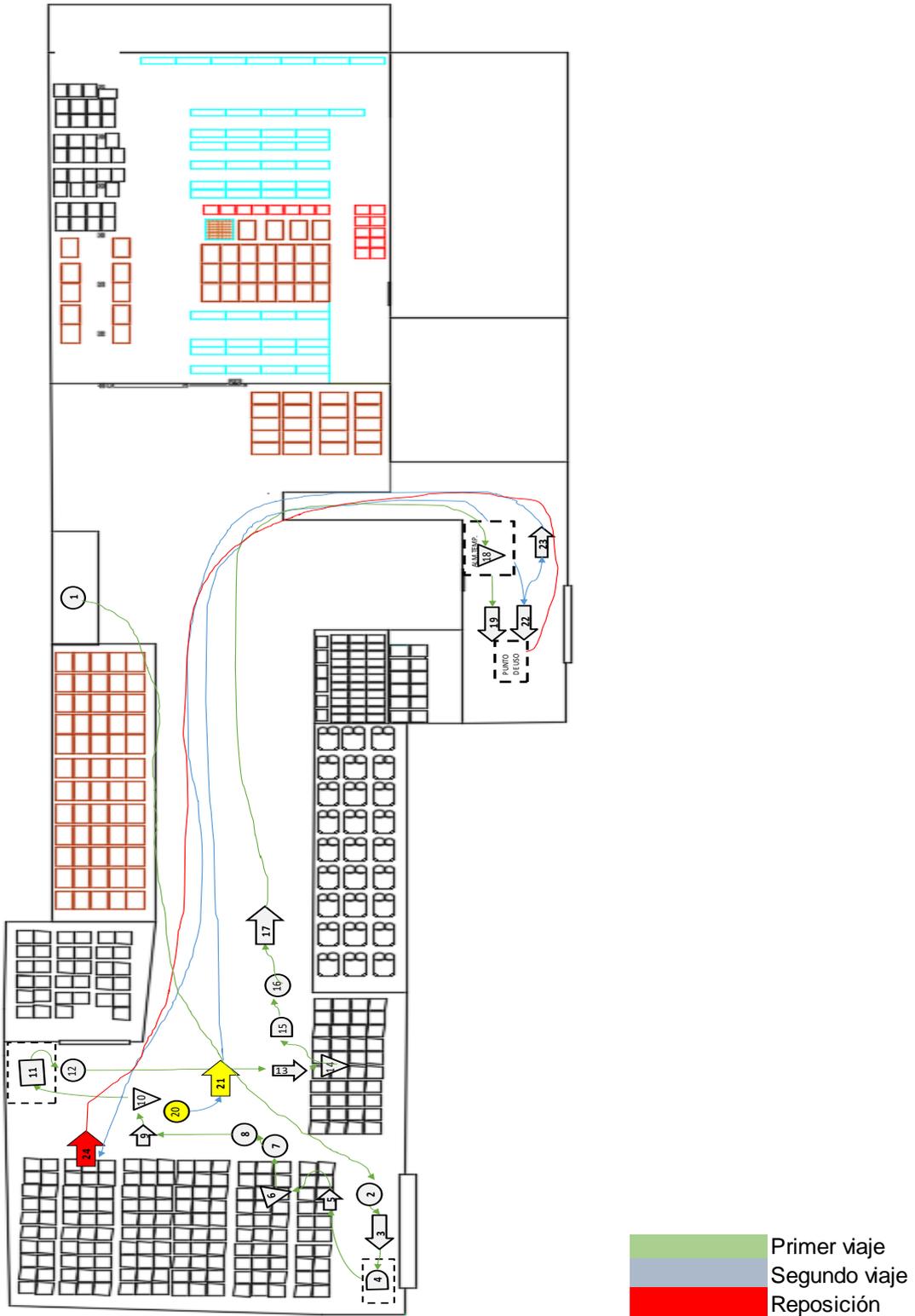
Anexo 12: Productos para punto de consumo 2 tipo C



## Anexo 13: Diagrama de Proceso Manejo de producto P3PC3

P3PC3		Manejo de P3PC3		Actual		Propuesto		Carga unitaria		Pallet	
RESUMEN		CT/DIA		SIMBOLOGÍA		FRECUENCIA		Pallet		ADICIONA VALOR	
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	OPERACIÓN	DEMORA	INSPECCIÓN	OPERACIÓN-INSPECCIÓN	Material	Equipo	Propuesto	O
Operación	7	\$ 40,85									
Transporte	10	\$ 148,96	\$ 218,11								
Inspección	1	\$ 6,40									
Demora	2	\$ 9,67									
Almacenamiento	4	\$ 12,23									
Operación-Inspección	0	\$ -									
Equipo	ACTIVIDAD	SEC	TIEMPO (min)	Distancia (m)	Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)					
<b>RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO P3PC3</b>											
	1	15	0	0	\$ 0,60	\$ -					
Montacargas	2	10	0	0	\$ 0,40	\$ 0,42					
Montacargas	3	35	10	10	\$ 1,40	\$ 1,46					
Montacargas	4	20	0	0	\$ 0,80	\$ -					
Montacargas	5	25	30	30	\$ 1,00	\$ 1,04					
Montacargas	6	10	0	0	\$ 0,40	\$ -					
Montacargas	7	15	0	0	\$ 0,60	\$ -					
Montacargas	8	5	0	0	\$ 0,20	\$ -					
Montacargas	9	3	2	2	\$ 0,12	\$ 0,13					
Montacargas	10	5	0	0	\$ 0,20	\$ 0,21					
Montacargas	11	20	0	0	\$ 0,80	\$ -					
Montacargas	12	60	0	0	\$ 2,40	\$ -					
Montacargas	13	3	2	2	\$ 0,12	\$ 0,13					
Montacargas	14	3	0	0	\$ 0,12	\$ -					
<b>ENTREGA P3PC3</b>											
Montacargas	15	5	0	0	\$ 0,20	\$ 0,21					
Montacargas	16	3	7	7	\$ 0,12	\$ 0,13					
Montacargas	17	15	162	162	\$ 0,60	\$ 0,63					
Montacargas	18	15	0	0	\$ 0,60	\$ -					
Montacargas	19	15	162	162	\$ 0,60	\$ 0,63					
Montacargas	20	3	7	7	\$ 0,12	\$ 0,13					
Montacargas	21	15	162	162	\$ 0,60	\$ 0,63					
Montacargas	22	2	1	1	\$ 0,08	\$ 0,08					
Montacargas	23	15	162	162	\$ 0,60	\$ 0,63					
Montacargas	24	100	162	162	\$ 4,00	\$ 4,17					
Total		417	869	869	\$ 16,68	\$ 10,58					

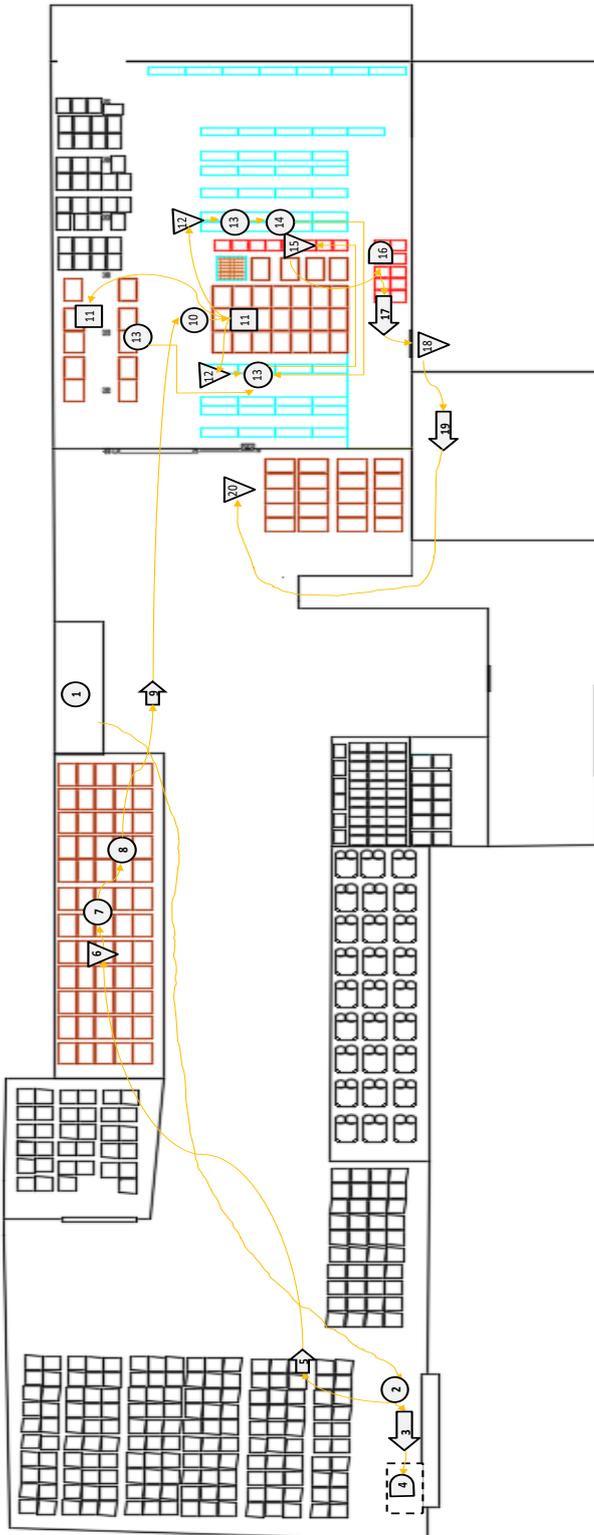
### Anexo 14: Diagrama de Recorrido Manejo de producto P3PC3



## Anexo 15 : Diagrama de Proceso Manejo de complementos asientos

Complementos asientos		Proceso: Manejo de complementos asientos				Actual		Propuesto		Carga unitaria		Pallet	
RESUMEN		SIMBOLOGÍA										FRECUENCIA	
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	O	D	U	C	I	O	D	V	M	O
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	O	D	U	C	I	O	D	V	M	O
Operación	7	\$ 98,40											
Transporte	5	\$ 110,20											
Inspección	1	\$ 12,80											
Demora	1	\$ 20,80											
Almacenamiento	4	\$ 80,40											
Operación-Inspección	0	\$ -											
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>SEC</b>											
<b>SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>													
Equipo													
Planificación de recepción	1			15	0	\$ 0,60	\$ -						
Recepción de contenedores	2			60	0	\$ 2,40	\$ 2,50						
Traslado de pallets a zona de recepción temporal	3			30	10	\$ 1,20	\$ 1,25						
Espera para trasladar a almacén	4			20	0	\$ 0,80	\$ -						
Traslado de material a almacén externo techado	5			60	80	\$ 2,40	\$ -						
Almacenamiento de material en almacén externo techado	6			30	10	\$ 1,20	\$ 1,25						
Registro de recepción	7			15	0	\$ 0,60	\$ -						
<b>SUBPROCESO: REABASTECIMIENTO PERCHAS</b>													
Equipo													
Emite el requerimiento de reabastecimiento de perchas (mínimos y máximos)	8			15	0	\$ 0,60	\$ -						
Traslado de pallets o cajas metálicas a zona de desempaques	9			75	85	\$ 3,00	\$ 3,13						
Apertura de cajas y colocación de cartones en la percha	10			40	0	\$ 1,60	\$ -						
Inspección de material	11			40	0	\$ 1,60	\$ -						
Almacenamiento de material alitado en percha	12			100	40	\$ 4,00	\$ -						
<b>SUBPROCESO: PICKING</b>													
Equipo													
Captura de pedido	13			65	0	\$ 2,60	\$ -						
Recolección de material de las perchas	14			35	30	\$ 1,40	\$ -						
Almacenamiento de material alitado en racks	15			25	0	\$ 1,00	\$ -						
Espera hasta que se entrega a punto de uso	16			65	0	\$ 2,60	\$ -						
Traslado a punto de uso	17			35	20	\$ 1,40	\$ -						
Almacenamiento temporal en punto de uso	18			65	0	\$ 2,60	\$ -						
Retorno de racks vacíos a almacén	19			35	20	\$ 1,40	\$ -						
Almacenamiento de racks vacíos	20			10	0	\$ 0,40	\$ -						
<b>Total</b>				<b>835 min.</b>	<b>285 \$</b>	<b>33,40 \$</b>	<b>8,13</b>	<b>245 min.</b>	<b>235 min.</b>	<b>40 min.</b>	<b>65 min.</b>	<b>220 min.</b>	

**Anexo 16: Diagrama de Recorrido Manejo de complementos asientos**



## Anexo 17: Diagrama de Proceso Manejo de estructuras y mecanismos

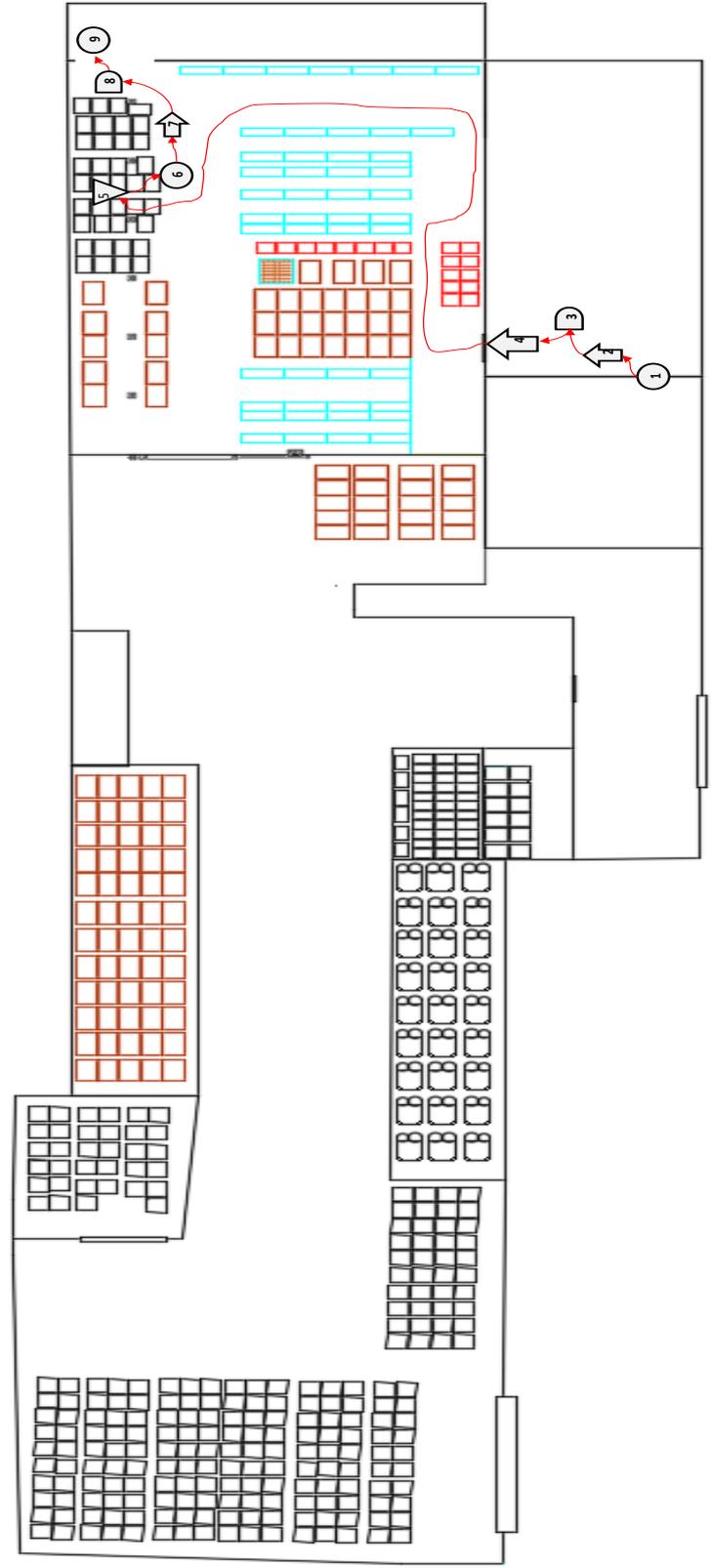
<b>DIAGRAMA DE PROCESO</b>											
Producto:	Estructuras y mecanismos				Manejo de estructuras y mecanismos		Actual	Propuesto	Carga unitaria	Frecuencia	Pallet
RESUMEN											
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA								
Operación	5	\$ 76.00									
Transporte	4	\$ 64.87									
Inspección	1	\$ 8.00									
Demora	2	\$ 6.40	\$ 198.87								
Almacenamiento	4	\$ 43.60									
Operación-Inspección	0	\$ -									
ACTIVIDAD	SEC	Tiempo (min)	Distancia (m)	Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)	SIMBOLOGÍA				ADICIONAL VALOR	
<b>SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>											
Planificación de recepción	1	15	0	\$ 0.60	\$ -	○	○	○	○	✓	
Recepción de contenedores	2	60	0	\$ 2.40	\$ 2.50	○	○	○	○	✓	
Traslado de pallets a zona de recepción temporal	3	30	10	\$ 1.20	\$ 1.25	○	○	○	○	✓	
Espera para trasladar a almacén	4	20	0	\$ 0.80	\$ -	○	○	○	○	✗	
Almacenamiento de material en almacén	5	30	45	\$ 1.20	\$ 1.25	○	○	○	○	✓	
Comprobación de material vs pedido	6	25	0	\$ 1.00	\$ -	○	○	○	○	✗	
Registro de recepción	7	15	0	\$ -	\$ -	○	○	○	○	✓	
<b>SUBPROCESO: REABASTECIMIENTO PERCHAS</b>											
Emitir el requerimiento de entrega	8	15	0	\$ 0.60	\$ -	○	○	○	○	✓	
Traslado de cajas metálicas a zona de desempaques	9	35	75	\$ 1.40	\$ 1.46	○	○	○	○	✓	
Apertura de cajas y colocación en racks	10	85	10	\$ 3.40	\$ -	○	○	○	○	✓	
Almacenamiento de material	11	25	32	\$ -	\$ -	○	○	○	○	✓	
<b>SUBPROCESO: ABASTECIMIENTO</b>											
Espera hasta que se entrega a punto de uso	12	65	0	\$ -	\$ -	○	○	○	○	✓	
Traslado a punto de uso	13	35	20	\$ 1.40	\$ -	○	○	○	○	✓	
Almacenamiento temporal en punto de uso	14	65	0	\$ 2.60	\$ -	○	○	○	○	✓	
Retorno de racks vacíos a almacén	15	35	20	\$ 1.40	\$ -	○	○	○	○	✓	
Almacenamiento de racks vacíos	16	10	0	\$ 0.40	\$ -	○	○	○	○	✓	
<b>Total</b>		<b>565</b>	<b>212</b>	<b>\$ 18.40</b>	<b>\$ 6.46</b>	<b>190</b>	<b>135</b>	<b>25</b>	<b>85</b>	<b>130</b>	



## Anexo 19: Diagrama de Proceso Despacho producto terminado

<b>DIAGRAMA DE PROCESO</b>									
Producto:	Producto Terminado			Proceso: Despacho producto terminado		Actual	Propuesto	Carga unitaria	Rack
						<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA
						SIMBOLOGÍA			
	ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT.DIA					
	Operación	3	\$ 3	3,20		○	D		Material
	Transporte	3	\$ 18,56			↑	□		Equipo
	Inspección	0	\$ 0			○	○		Propuesto
	Demora	2	\$ 9,60			D	D		\$ Hora hombre 2,4
	Almacenamiento	1	\$ 3,20			△	○		\$ Hora montacarguista 2,5
	Operación-Inspección	0	\$ -			○	○		\$ Hora transpaleta 10
						○	○		\$ Hora montacargas 20
Equipo	ACTIVIDAD	SEC	Tiempo (min)	Distancia (m)	Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)	ADICIONA VALOR	Carga unitaria	Rack
<b>SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>									
	Recepción de racks con producto terminado	1	5	0	\$ 0,20	-	✓		
	Traslado a zona de tránsito para envío a almacén	2	10	5	\$ 0,40	-	✓		
	Espera para envío a almacén	3	20	0	\$ 0,80	-	✓		
	Traslado de racks a almacén (unidad)	4	3	20	\$ 0,12	-	✓		
	Almacenar según secuencia de envío	5	10	0	\$ 0,40	-	✓		
<b>SUBPROCESO: DESPACHO</b>									
	Recibir requerimiento de despacho	6	10	0	\$ -	-	✓		
	Trasladar material (cargar) a camión para envío	7	45	6	\$ 1,80	-	✓		
	Demora mientras se emite documentación para envío	8	10	0	\$ 0,40	-	✓		
	Despachar camión	9	5	0	\$ 0,20	-	✓		
	Total		118	31	\$ 4,32	-		10	

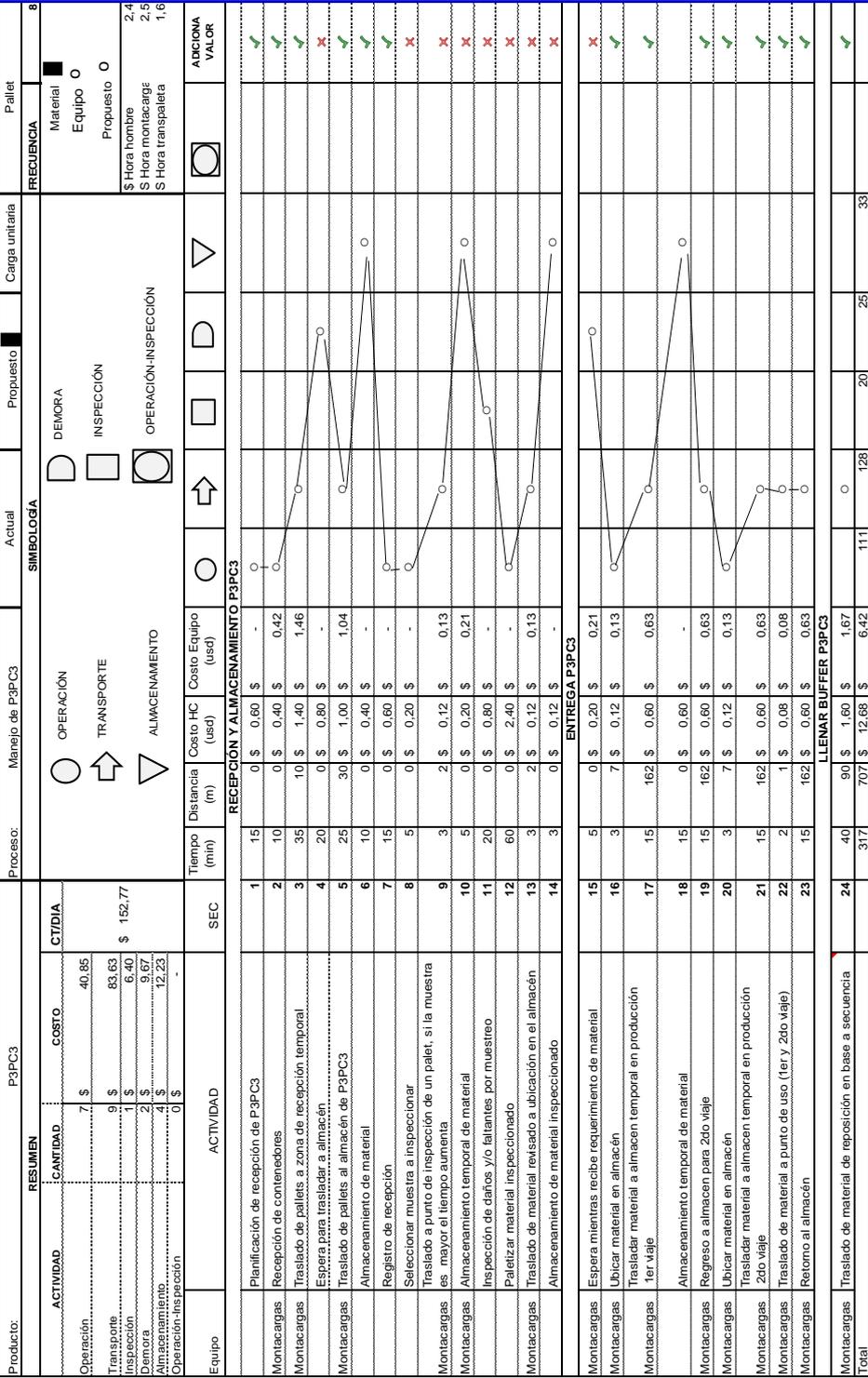
**Anexo 20: Diagrama de Proceso Recorrido producto terminado**



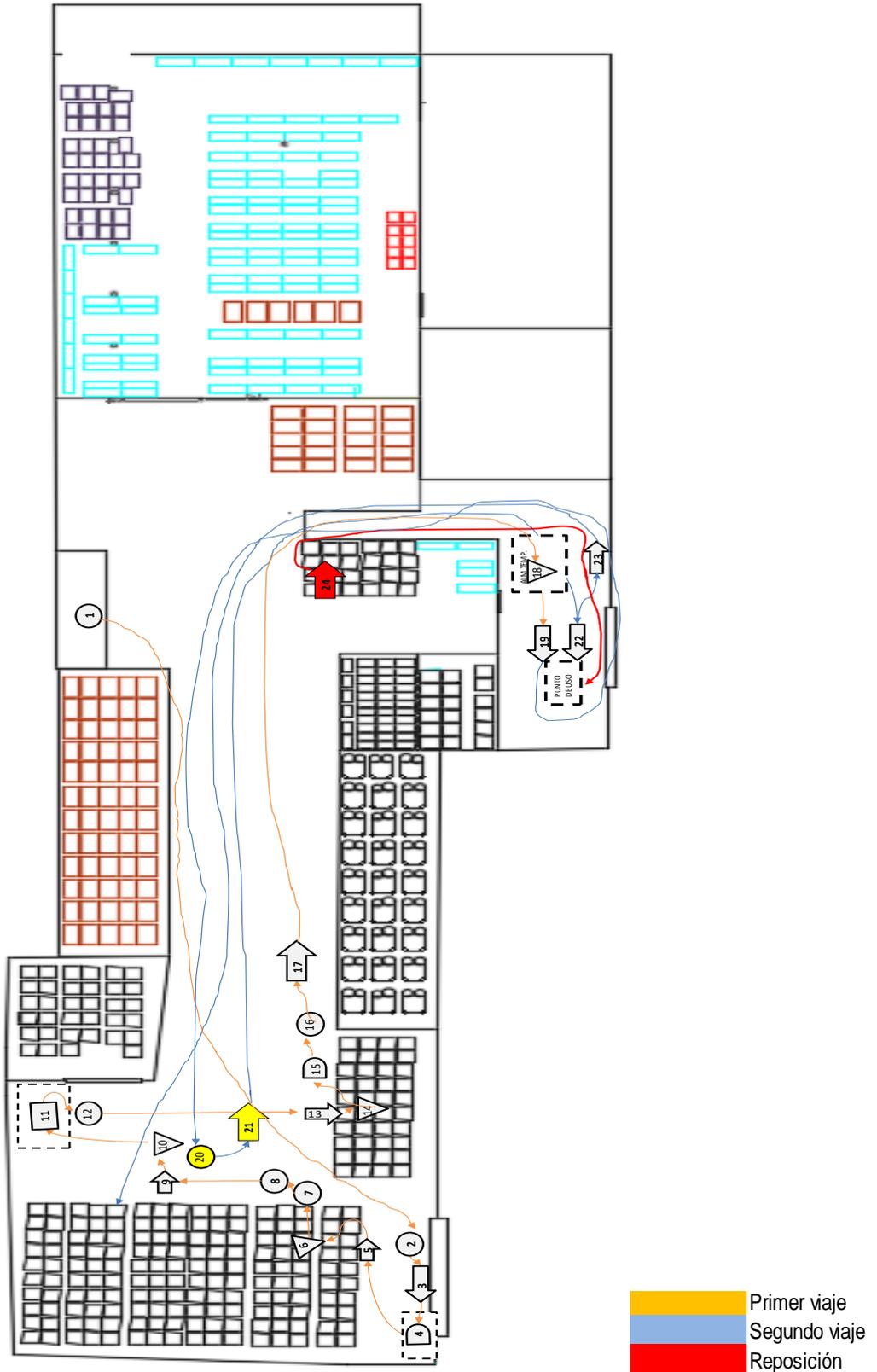
## Anexo 21: Diagrama de Proceso Manejo de producto P3PC3\_Prop

Producto: P3PC3		Proceso: Manejo de P3PC3		Actual		Propuesto		Carga unitaria		Frecuencia		Pallet	
RESUMEN		ACTIVIDAD		SEC		CT/DIA		COSTO		CARGA UNITARIA		FRECUECIA	
ACTIVIDAD		CANTIDAD		SEC		CT/DIA		COSTO		CARGA UNITARIA		FRECUECIA	
Operación	7	\$	40.85										
Transporte	0	\$	83.03										
Inspección	1	\$	6.40										
Demora	2	\$	9.57										
Almacenamiento	4	\$	12.23										
Operación-Inspección	0	\$	-										
Equipo	ACTIVIDAD	SEC	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	COSTO HC (USD)	COSTO EQUIPO (USD)	SIMBOLOGIA	OPERACION	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA	INSPECCION	OPERACION-INSPECCION
<b>RECEPCION Y ALMACENAMIENTO P3PC3</b>													
Montacargas	Planificación de recepción de P3PC3	1	15	0	\$ 0.60	\$ -	○						
Montacargas	Recepción de contenedores	2	10	0	\$ 0.40	\$ 0.42	○						
Montacargas	Traslado de pallets a zona de recepción temporal	3	35	10	\$ 1.40	\$ 1.46	○						
Montacargas	Espera para trasladar a almacén	4	20	0	\$ 0.80	\$ -	○						
Montacargas	Traslado de pallets al almacén de P3PC3	5	25	30	\$ 1.00	\$ 1.04	○						
Montacargas	Almacenamiento de material	6	10	0	\$ 0.40	\$ -	○						
Montacargas	Registro de recepción	7	15	0	\$ 0.60	\$ -	○						
Montacargas	Seleccionar muestra a inspeccionar	8	5	0	\$ 0.20	\$ -	○						
Montacargas	Traslado a punto de inspección de un pallet, si la muestra es mayor el tiempo aumenta	9	3	2	\$ 0.12	\$ 0.13	○						
Montacargas	Almacenamiento temporal de material	10	5	0	\$ 0.20	\$ 0.21	○						
Montacargas	Inspección de daños y/o faltantes por muestreo	11	20	0	\$ 0.80	\$ -	○						
Montacargas	Paleizar material inspeccionado	12	60	0	\$ 2.40	\$ -	○						
Montacargas	Traslado de material revisado a ubicación en el almacén	13	3	2	\$ 0.12	\$ 0.13	○						
Montacargas	Almacenamiento de material inspeccionado	14	3	0	\$ 0.12	\$ -	○						
<b>ENTREGA P3PC3</b>													
Montacargas	Espera mientras recibe requerimiento de material	15	5	0	\$ 0.20	\$ 0.21	○						
Montacargas	Ubicar material en almacén	16	3	7	\$ 0.12	\$ 0.13	○						
Montacargas	Trasladar material a almacén temporal en producción 1er viaje	17	15	162	\$ 0.60	\$ 0.63	○						
Montacargas	Almacenamiento temporal de material	18	15	0	\$ 0.60	\$ -	○						
Montacargas	Regreso a almacén para 2do viaje	19	15	162	\$ 0.60	\$ 0.63	○						
Montacargas	Ubicar material en almacén	20	3	7	\$ 0.12	\$ 0.13	○						
Montacargas	Trasladar material a almacén temporal en producción 2do viaje	21	15	162	\$ 0.60	\$ 0.63	○						
Montacargas	Traslado de material a punto de uso (1er y 2do viaje)	22	2	1	\$ 0.08	\$ 0.08	○						
Montacargas	Retorno al almacén	23	15	162	\$ 0.60	\$ 0.63	○						
<b>LLENAR BUFFER P3PC3</b>													
Montacargas	Traslado de material de reposición en base a secuencia	24	40	90	\$ 1.60	\$ 1.67	○						
Total			317	707	\$ 12.68	\$ 6.42	111	128	20	25	33		

### DIAGRAMA DE PROCESO

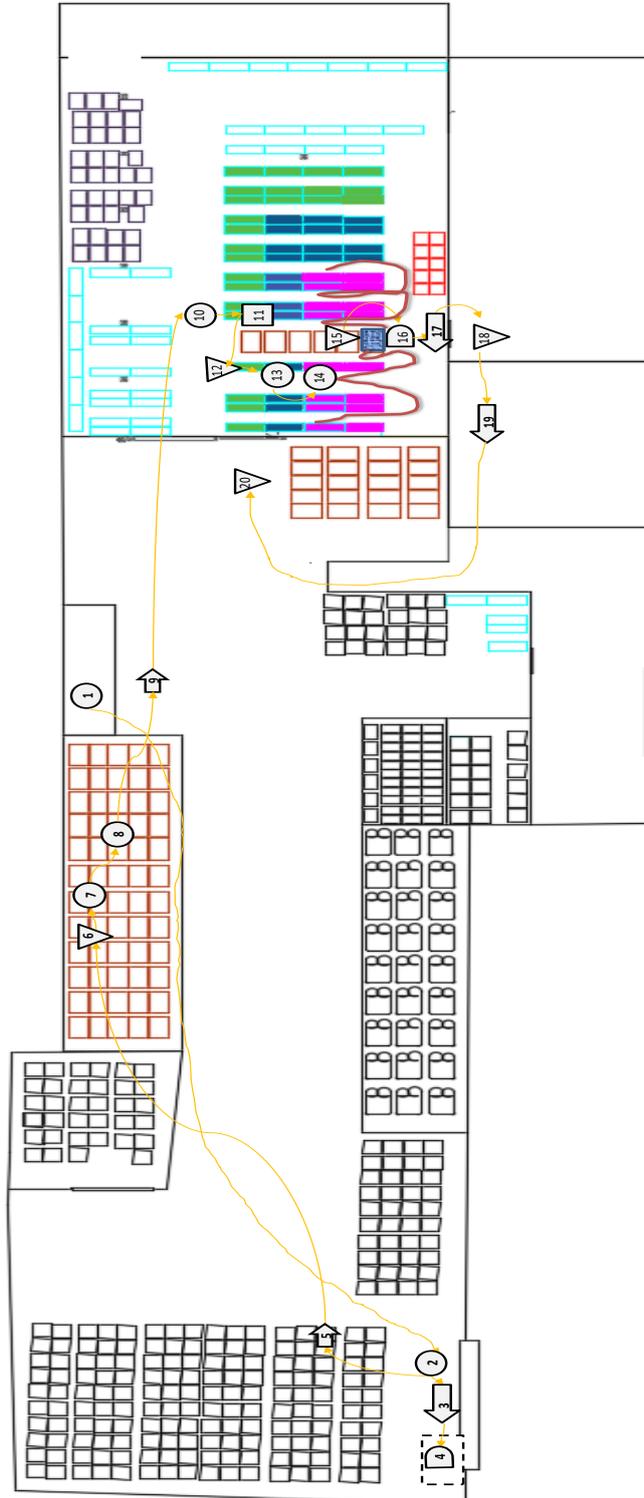


Anexo 22: Diagrama de Recorrido Manejo de producto P3PC3\_Prop





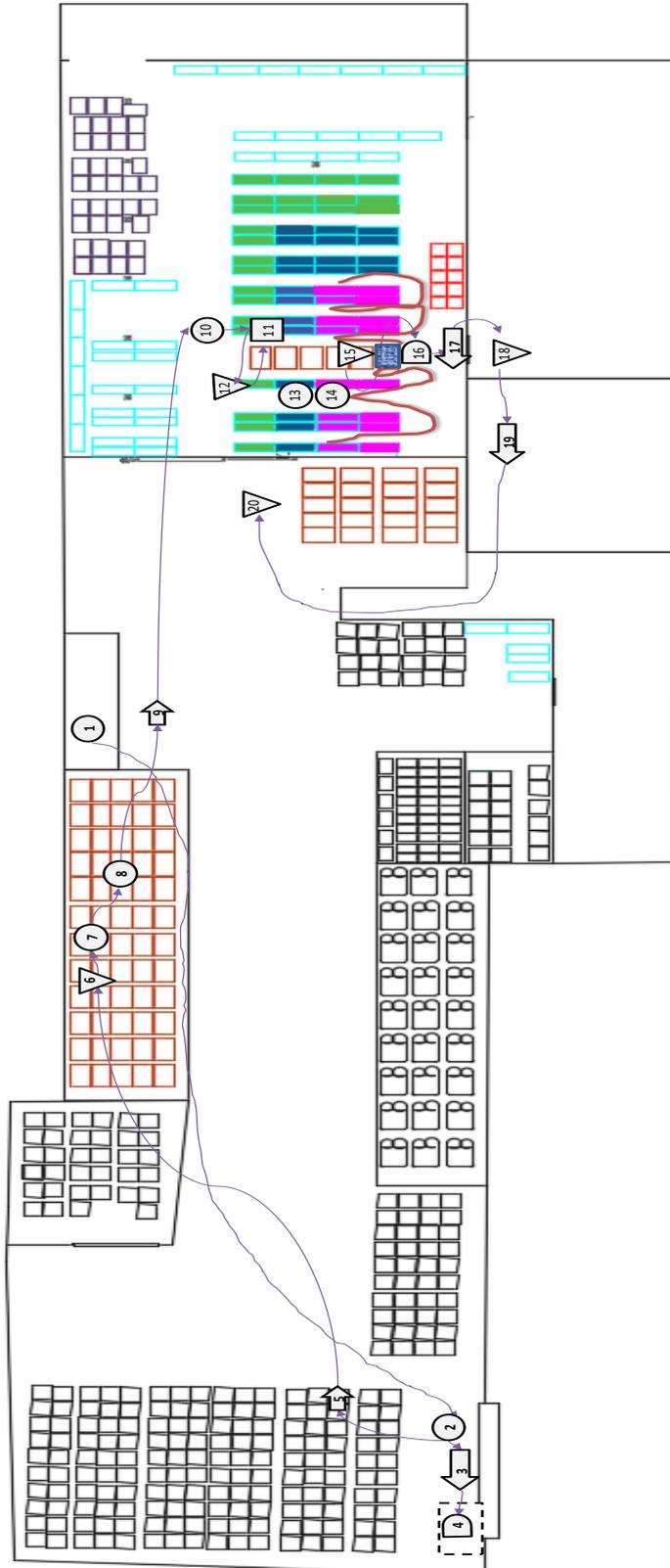
**Anexo 24: Diagrama de Recorrido Manejo de complementos asientos\_Prop**



## Anexo 25: Diagrama de Proceso Manejo de estructuras y mecanismos\_Prop

Producto: Estructuras y mecanismos		Proceso: Manejo de estructuras y mecanismos		Actual	Propuesto	Carga unitaria	Pallet
RESUMEN		CT/DIA		SIMBOLOGÍA			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	OPERACIÓN	DEMORA	INSPECCIÓN	OPERACIÓN-INSPECCIÓN
Operación	5	\$ 58,40					
Transporte	4	\$ 49,84					
Inspección	1	\$ 8,00	\$ 166,24				
Demora	2	\$ 6,40					
Almacenamiento	4	\$ 43,60					
Operación-Inspección	0	\$ 0					
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SEC</b>			○	◀	◻	◻
Equipo		Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)	Distancia (m)	Tiempo (min)	SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO	
Planificación de recepción	1	0	\$ 0,60	0	15		✓
Recepción de contenedores	2	0	\$ 2,40	0	60		✓
Traslado de pallets a zona de recepción temporal	3	30	\$ 1,20	10	30		✓
Espera para trasladar a almacén	4	20	\$ 0,80	0	20		✗
Almacenamiento de material en almacén	5	30	\$ 1,20	45	30		✓
Comprobación de material vs pedido	6	25	\$ 1,00	0	25		✗
Registro de recepción	7	15	\$ 0	0	15		✓
SUBPROCESO: REABASTECIMIENTO PERCHAS							
Emite el requerimiento de entrega	8	15	\$ 0,60	0	15		✓
Traslado de cajas metálicas a zona de desempaques	9	12	\$ 0,48	75	12		✓
Apertura de cajas y colocación en racks	10	30	\$ 1,20	10	30		✓
Almacenamiento de material	11	25	\$ 32	32	25		✓
SUBPROCESO: ABASTECIMIENTO							
Espera hasta que se entrega a punto de uso	12	65	\$ 0	0	65		✓
Traslado a punto de uso	13	35	\$ 1,40	20	35		✓
Almacenamiento temporal en punto de uso	14	65	\$ 2,60	0	65		✓
Retorno de racks vacíos a almacén	15	35	\$ 1,40	20	35		✓
Almacenamiento de racks vacíos	16	10	\$ 0,40	0	10		✓
Total		487	\$ 15,28	212	487	25	85
			\$ 5,50	136			130

**Anexo 26: Diagrama de Recorrido Manejo de estructuras y mecanismos\_Prop**



**Anexo 27: Diagrama de Proceso Despacho producto terminado\_Prop**

Producto:		Producto Terminado		Proceso:		Despacho producto terminado		Actual		Propuesto		Carga unitaria		Rack	
		RESUMEN				SIMBOLOGÍA						FRECUECIA			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA	INSPECCIÓN	OPERACIÓN-INSPECCIÓN	Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)	Distancia (m)	Tiempo (min)	SECCIONES	ADICIONA VALOR
Operación	3	\$	3,20	○	→	▽	◐	◑	◒	-	-	0	5	1	✓
Transporte	3	\$	8,96	→						-	-	5	10	2	✓
Inspección	0	\$	-	○						-	-	0	20	3	✓
Demora	2	\$	9,60	◐						-	-	20	3	4	✓
Almacenamiento	1	\$	3,20	▽						-	-	0	10	5	✓
Operación-Inspección	0	\$	-	◒						-	-	0	10		✓
<b>SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>															
<b>SUBPROCESO: DESPACHO</b>															
Recibir requerimiento de despacho				○						-	-	0	10	6	✓
Trasladar material (cargar) a camión para envío				→						-	-	3	15	7	✓
Demora mientras se emite documentación para envío				◐						-	-	0	10	8	✓
Despachar camión				◒						-	-	0	5	9	✓
<b>Total</b>										<b>28 \$</b>	<b>3,12 \$</b>	<b>28</b>	<b>88</b>		<b>10</b>

Producto:		Producto Terminado		Proceso:		Despacho producto terminado		Actual		Propuesto		Carga unitaria		Rack	
		RESUMEN				SIMBOLOGÍA						FRECUECIA			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	COSTO	CT/DIA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA	INSPECCIÓN	OPERACIÓN-INSPECCIÓN	Costo HC (usd)	Costo Equipo (usd)	Distancia (m)	Tiempo (min)	SECCIONES	ADICIONA VALOR
Operación	3	\$	3,20	○	→	▽	◐	◑	◒	-	-	0	5	1	✓
Transporte	3	\$	8,96	→						-	-	5	10	2	✓
Inspección	0	\$	-	○						-	-	0	20	3	✓
Demora	2	\$	9,60	◐						-	-	20	3	4	✓
Almacenamiento	1	\$	3,20	▽						-	-	0	10	5	✓
Operación-Inspección	0	\$	-	◒						-	-	0	10		✓
<b>SUBPROCESO: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</b>															
<b>SUBPROCESO: DESPACHO</b>															
Recibir requerimiento de despacho				○						-	-	0	10	6	✓
Trasladar material (cargar) a camión para envío				→						-	-	3	15	7	✓
Demora mientras se emite documentación para envío				◐						-	-	0	10	8	✓
Despachar camión				◒						-	-	0	5	9	✓
<b>Total</b>										<b>28 \$</b>	<b>3,12 \$</b>	<b>28</b>	<b>88</b>		<b>10</b>

**Anexo 28: Diagrama de Proceso Recorrido producto terminado\_Prop**

