



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Reducción en tiempos de preparación de pedidos de  
un operador logístico mediante aplicación de  
herramientas de manufactura esbelta”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Jorge Miguel Monserratte Contreras**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2024**

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**María Fernanda López S., M.Sc.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**María Laura Retamales G., M.Sc.  
VOCAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



---

Jorge Miguel Monserratte Contreras

## RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en un estudio para mejorar el proceso de preparación de pedidos en el almacén de un operador logístico mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

La empresa objeto de estudio es un operador logístico que ofrece a sus clientes las soluciones logísticas de recepción, almacenamiento y despacho de productos perecible y no perecibles. Debido a que la programación de pedidos es generada de manera diaria por cliente, la empresa debe realizar el proceso de preparación de pedidos de la forma más rápida y eficiente posible, sin afectar al nivel de servicio que se le ofrece al cliente.

El objetivo del proyecto es reducir los tiempos de preparación de pedidos que se generan de manera diaria dentro del almacén mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, el cual está en un promedio de 34 minutos por pedido.

Se empezó con entrevistas al personal encargado de las operaciones para poder conocer mejor el día a día de la operación para poder hacer la declaración del problema. Una vez definido el problema se levantó los datos históricos de los movimientos para poder establecer los criterios de estratificación y definir el problema enfocado. El siguiente paso fue generar el Value Stream Mapping Actual para poder visualizar mejor el proceso de preparación e identificar las actividades que generan y no generan valor e identificar oportunidades de mejora, las cuales fueron detalladas en el Value Stream Mapping futuro. Se realizó el diagrama de Ishikawa, matriz de causa-efecto y matriz de ponderación de causas donde se identificó dos causas raíz de los altos tiempos de preparación de pedidos: ubicaciones de picking insuficientes y recorridos generados por sistemas extensos, a lo que se generó el respectivo plan 5W-2H definir las tareas que corresponden a generar un ABC de los artículos con mayor volumen de cajas despachadas y asignarles nuevas ubicaciones de picking, y realizar una zonificación del almacén, que mediante el uso del diagrama de espagueti se visualizó los cruces que existen en las ubicaciones del almacén y se definió tres zonas principales para evitar los cruces en los recorridos y acortar las distancias recorridas por los operadores.

Como resultado de las implementaciones realizadas se obtuvo una reducción de 34 a 22 minutos promedio por pedido, lo que de manera financiera equivale a un \$1839 mensuales.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>7</b>
1. GENERALIDADES.....	7
1.1. Descripción de la empresa .....	7
1.2. Definición del problema .....	8
1.3. Objetivos .....	8
1.3.1. Objetivos generales.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Metodología del proyecto.....	8
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
2. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA .....	10
2.1. Voz del cliente (VOC).....	10
2.2. Critical to quality tree.....	12
2.3. Diagrama SIPOC.....	13
2.4. Establecimiento del objetivo SMART .....	14
2.5. Evaluación financiera .....	16
2.6. Plan de recolección de datos .....	17
2.7. Análisis de datos.....	18
2.7.1. Estratificación de pedidos por canal de despacho .....	18
2.8. Problema enfocado .....	19
2.9. Value stream map actual del proceso de preparación de pedidos.....	21
2.10. Value stream map futuro de preparación de pedidos .....	22
2.11. Diagrama causa y efecto .....	24
2.12. Verificación de causa potencial (Ubicaciones de picking insuficientes) .....	28
2.12.1. Clasificación por familia de artículos.....	28
2.12.2. Clasificación según el tipo de ubicación.....	29
2.13. Verificación de causa potencial (Recorridos extensos generados por el sistema) .....	34
2.14. Cinco ¿Por qué?.....	37
2.15. Plan 5W-2H.....	38
2.16. IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA .....	39
2.16.1. Clasificación ABC de almacén mediante el uso de Pareto .....	39
2.16.2. Diagrama de Pareto para artículos fideos.....	39
2.16.3. Diagrama de Pareto para artículos aceites .....	41

2.16.4. Ubicaciones de picking requeridas por artículo .....	41
2.16.5. Ubicaciones de picking antes de la implementación de la propuesta de mejora.....	42
2.16.6. Ubicaciones de picking después de la implementación de la propuesta de mejora .....	43
2.16.7. Capacitación al responsable de realizar el ABC.....	44
2.16.8. Diagrama de espagueti para la zonificación del almacén .....	45
2.16.9. Capacitación al responsable de la zonificación de almacén .....	48
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>49</b>
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	49
3.1. Resultados de tiempos promedio de preparación de pedidos por canal de despacho .....	49
3.2. Impacto financiero de la mejora .....	52
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>56</b>
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
4.1. Conclusiones.....	56
4.2. Recomendaciones .....	56
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>

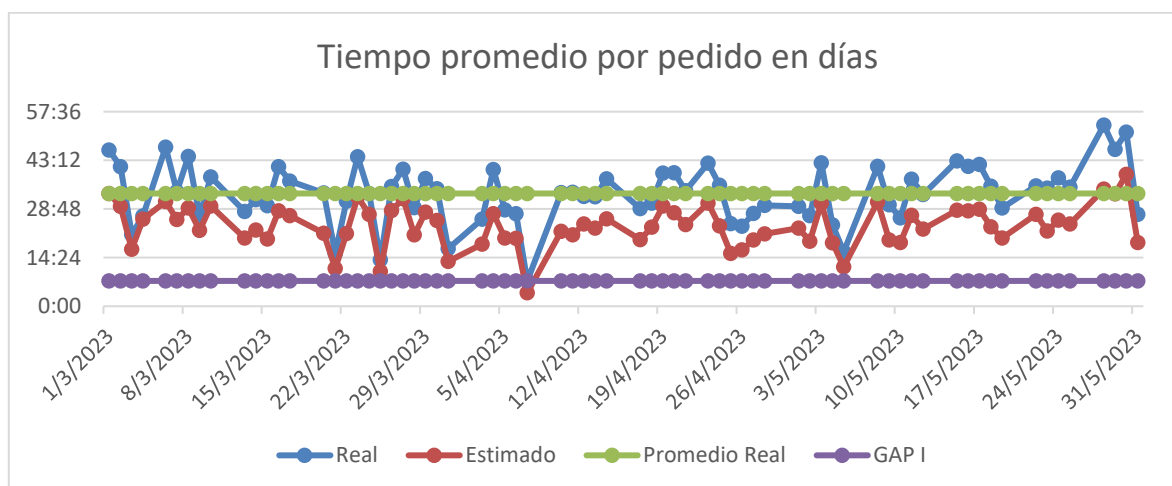
# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Descripción de la empresa

El operador logístico, en su día a día, ofrece a sus clientes soluciones de recepción, almacenamiento y despacho de productos perecibles y no perecibles, para satisfacer con los requisitos específicos de sus clientes, asegurando la calidad e integridad de sus productos. De las soluciones que ofrece la empresa a sus clientes, la operación de despacho ocupa en su mayoría más de la mitad de la jornada laboral diaria, siendo ésta la más compleja por los recorridos a realizar, la clasificación de productos y el tiempo utilizado por los recursos como personal o equipos.

En la operación de despacho, los pedidos son inicialmente enviados por correo a cada supervisor, donde posteriormente ellos generan la orden dentro del sistema WMS (Warehouse management system) de la empresa o estos se generan automáticamente si existe una integración entre los sistemas del cliente y de la empresa, posterior a este proceso el supervisor o su asistente verifica si el sistema cuenta con las cantidades y lotes necesarios para cumplir con pedido, caso contrario ellos proceden a modificar la orden en el sistema y notifican al cliente dicho cambio. Una vez que se verifica la orden, el supervisor o asistente procede a generar las tareas en el sistema para que los operadores realicen el proceso de preparación desde las perchas hacia los camiones.



**Figura 1.1 Tiempo promedio por pedidos en días**

Fuente: Autor

A partir de estos problemas, se ha identificado las siguientes consecuencias:

- Altos costos de mano de obra en horas extras.
- Menor capacidad de mano de obra disponible para otras actividades.
- Mayor uso de equipos lo que conlleva a mantenimientos más frecuentes.

## **1.2. Definición del problema**

El tiempo promedio de preparación de pedidos del almacén durante los meses de marzo, abril y mayo del 2023 es de 34 minutos, que está por encima del estándar promedio establecido de 24 minutos en un 40%.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivos generales**

Reducir los tiempos de preparación de pedidos dentro del almacén mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Mapear el proceso actual de preparación de pedidos y enfocar el problema de los tiempos de preparación de pedidos de acuerdo con la data recolectada.
- Analizar las actividades del proceso de preparación de pedidos con el fin de identificar las causas raíz que generan elevados tiempos de preparación de pedidos dentro del almacén.
- Aplicar herramientas de manufactura esbelta en las actividades de preparación de pedidos para reducir tiempos.
- Evaluar el porcentaje de reducción de los tiempos de preparación mediante el uso de indicadores operativos.

## **1.4. Metodología del proyecto**

1. Se estableció la declaración del problema, entrevistas a los operadores, supervisores y coordinadores para generar el Critical to Quality Tree, el diagrama SIPOC del proceso, el objetivo SMART, la evaluación del impacto financiero.
2. Se levantó la data histórica de movimientos para establecer los criterios de estratificación y se elaboró un diagrama de Pareto y definición del problema enfocado.
3. Se elaboró el Value Stream Mapping actual para todo el proceso de preparación de pedidos para tener un mejor entendimiento del flujo de productos, personas y la información relacionada como es mencionado en (Marques, Jorge, & Reis, 2022). Se identificaron las actividades principales, los flujos correspondientes entre cada una de ellas, los recursos involucrados y los tiempos de actividad y de espera correspondientes. Se recolectó data histórica de cada actividad durante los meses de marzo a noviembre del 2023.



4. Se analizó el Value Stream Mapping actual, los desperdicios en el almacén pueden ser identificados y eliminados mejorando el procesamiento de órdenes, la reducción de manipulación de materiales, llevar un mejor control de inventario, realizando capacitaciones y trazabilidad (C. & Garcia, 2004). Se eliminaron actividades que no generan valor permite lograr una reducción de tiempos de preparación y el total de distancia recorrida por operador (Srisuk & Tippayawong, 2020). Se establecieron zonas en el almacén, según (Srisuk & Tippayawong, 2020) una eficiente zonificación puede lograr una reducción del 22% de los tiempos de preparación por operador. Posteriormente diseñar el Value Stream Mapping Futuro.
5. Se identificaron las causas potenciales del tiempo elevado de preparación por medio de diagrama de Ishikawa y matriz de causa-efecto. Se elaboró la matriz de ponderación de causas potenciales para la selección de las causas que deberán ser verificadas, en conjunto con el uso de herramientas estadísticas para las causas que requieran una mejor argumentación y claridad. Se aplicó la herramienta cinco porqués para la identificación de las causas raíz y proponer soluciones para cada causa raíz encontrada. Se elaboró un plan 5W-2H para llevar el control de las tareas y responsables por cada solución propuesta.
6. Se aplicaron herramientas de manufactura esbelta. Según (Sharma & Shah, 2016) el uso de gráficos de spaguetti para reducir los traslados en almacén, aplicar las reglas de Pareto para mejorar el slotting en almacén, manejo de inventarios por zona, como fue aplicado de manera similar en (Ccasihue S., 2019) donde se logró una reducción de hasta el 59% en tiempos de búsqueda de equipos, guías/documentos e inventarios. Se usaron herramientas de control visual para que los operadores identifiquen las áreas en las que solo deben circular según el equipo, el uso de técnicas Poka Yoke para prevenir que la información de los pedidos sea cargada de manera errónea.
7. Se establecieron medidas de control para el nivel de reducción de los tiempos de preparación mediante el uso de indicadores del tiempo total de preparación del pedido y sus respectivas desagregaciones para cada actividad, como el tiempo promedio de carga de pedidos al sistema, porcentaje de pedidos dentro y fuera de horario, porcentaje de errores en carga de pedidos. Este indicador compara el antes y después de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta y mide la efectividad del proyecto.

## CAPÍTULO 2

### 2. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

#### 2.1. Voz del cliente (VOC)

Para obtener la voz del cliente se procedió a realizar entrevistas al personal involucrado en el proceso de preparación de pedidos, donde se entrevistó de manera individual a cinco almaceneros, dos asistentes y un supervisor, los cuales participan del día a día de la operación.

Se le indicó como deben llenar el formulario sin influir directamente en sus respuestas, y se obtuvo los siguientes hallazgos mostrados en la tabla 2.1

**Tabla 2.1**

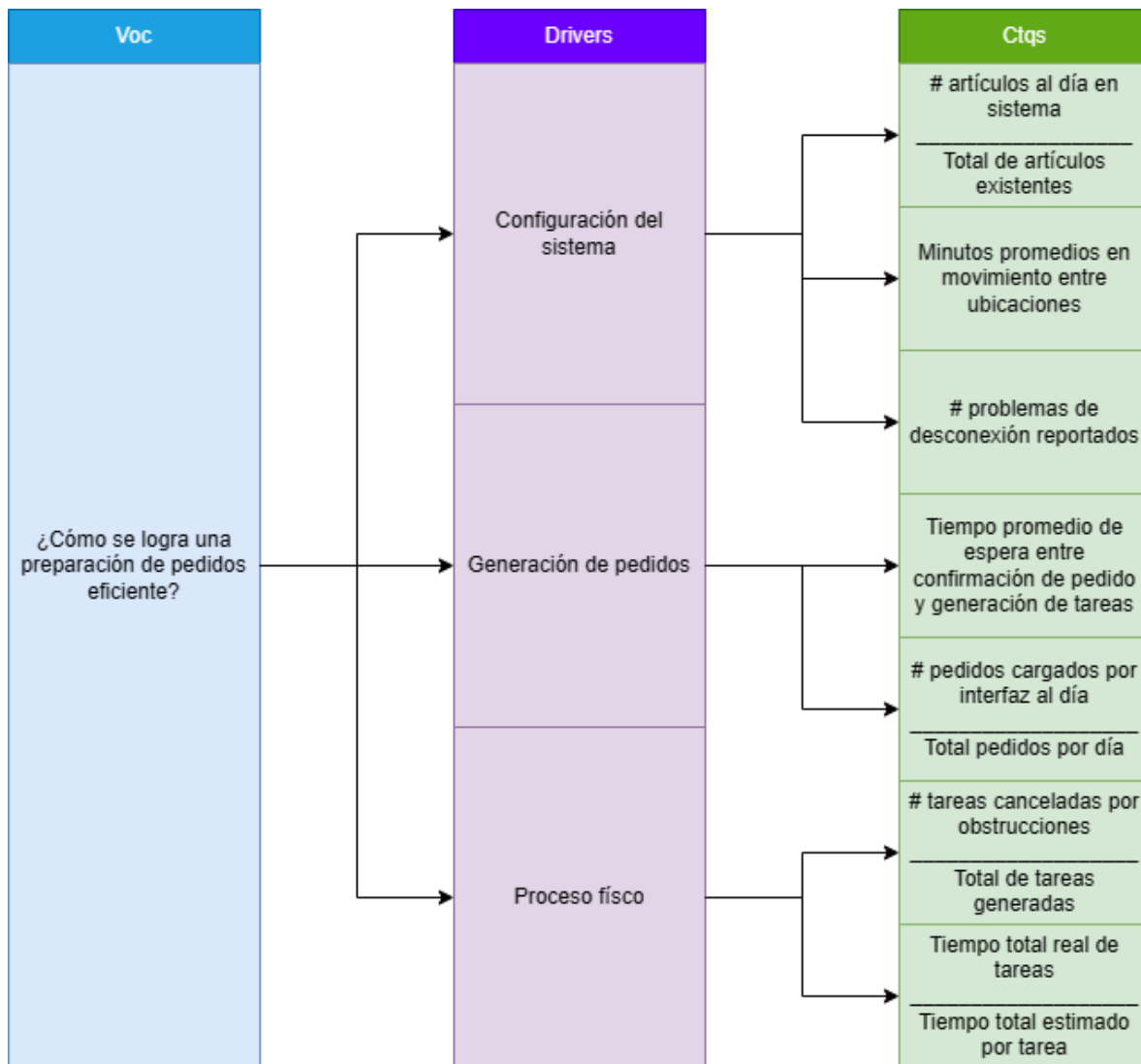
#### **Voz del cliente**

Segmento	Hallazgos
<b>Almaceneros que realizan labores de preparación</b>	La conectividad a internet por parte de los dispositivos RF es irregular, presentan desconexiones a menudo e interrumpen el flujo normal de trabajo.
	Las ubicaciones de picking son las adecuadas para un proceso de preparación más rápido, por lo que sería conveniente tener más de este tipo de ubicaciones.
	No siempre se cuenta con la cantidad de recursos necesarios, como lo son dispositivos RF, equipos móviles como montacargas, transpaletas eléctricas y manuales.
	Se tiene que realizar el proceso de picking para un pedido varias veces debido a que se cuenta con varios motivos de bloqueo o por una reasignación.
	Los pasillos del almacén a veces se encuentran obstaculizados por las operaciones de otras cuentas, por pallets pendientes para perchar, lo que hace que se posponga la preparación e ir a otra ubicación.
	Los recorridos a veces son largos, se tiene que trasladar desde el pasillo 10, luego al pasillo 30 y nuevamente regresar al pasillo 10 o ir a la bodega fría, este movimiento es de aproximadamente tres minutos.
	Se interrumpe el ritmo de trabajo cuando toca realizar una tarea distinta, por ejemplo, preparaciones para realizar traslados en secciones fuera del almacén.
	En ocasiones se debe realizar tanto el movimiento de subir y bajar el pallet como el de preparación por cajas, lo que hace que se tarde más y que existan errores.
	Preparar a todo el personal para que puedan realizar todas las actividades de la operación, esto ayudaría a que se pueda trabajar mejor como equipo.
<b>Asistentes de operación</b>	No siempre los pedidos se encuentran cargados en la interfaz, lo que ocasiona que se tengan que cargar manualmente los pedidos en el sistema.
	No todos los clientes tienen cargada la vida útil de salida en el sistema y se tiene que modificar manualmente este valor línea por la línea de pedido.
	Existen muchos motivos de bloqueo, esto ocasiona que se tenga que lanzar el pedido varias veces, se usan a menudo seis tipos de bloqueos.

	El cliente no siempre envía los pedidos temprano, a veces llegan por correo después de la una de la tarde.
	Los pedidos no se envían en un formato fácil de manipular, si fuese por medio de un fichero Excel sería lo ideal.
	Una programación de pedidos enviados por lo mínimo el día anterior por parte del cliente sería ideal, ya que no se tiene visibilidad de cuanto se despachará en el día.
	Se envía por correo cuando un pedido no se puede preparar por completo y se necesita esperar la confirmación por parte del cliente para realizar la preparación por otro motivo de bloqueo.
<b>Supervisor de la operación</b>	Todos los pedidos deberían llegar por correo.
	No deberían existir tantos motivos de bloqueo ya que toma más tiempo en generar los pedidos.
	Existen varios clientes con distintos días de vida útil en el sistema, dependiendo el tipo de canal es tradicional o especial.
	El cliente no tiene horarios fijos para cumplir la solicitud de despacho, esto genera que la operación se complique cuando se comparten todos los pedidos juntos.

Fuente: Autor

## 2.2. Critical to quality tree



**Figura 2.1 Critical to quality tree**

Fuente: Autor

Con el resultado de la voz del cliente, se realizó el critical to quality tree (figura 2.1), donde para la interrogante del cliente ¿Cómo se logra una preparación de pedidos eficiente?, derivó tres drivers: configuración de sistema, que revisa todo con respecto al WMS por parte de la empresa y al equipo encargado de llevarlo a cabo, la de generación pedidos, que es la encargada que los pedidos se reflejen en el sistema, y por permita la creación de tareas de preparación, y la del proceso física que indica todo lo relacionado al proceso de extracción manual por parte del personal operativo y de equipos necesarios para su cumplimiento.

### 2.3. Diagrama SIPOC

En el diagrama SIPOC de la figura 2.2 se detalla el proceso de preparación de pedidos, indicando los proveedores son el cliente quien envía los pedidos por correo y el equipo de sistemas que brinda el soporte a la plataforma WMS, como entradas se tiene los pedidos para despachar que fue enviado por parte del cliente, los dispositivos móviles que utilizarán el personal operativo, equipos de traslado que se encuentran en el almacén, el personal operativo que realizará las tareas de preparación, personal de módulo que gestiona los pedidos en el sistema y el sistema WMS que es la plataforma que se encuentran el stock del cliente, los pedidos y genera las tareas.

El proceso es el siguiente: se inicia con la generación de pedido en el sistema WMS con los artículos y las cantidades a ser despachadas, si el pedido se encuentra en orden, se procede a “lanzarlo” en el sistema, que significa la generación de tareas que se reflejarán en los dispositivos móviles. Generadas las tareas, el operador se sube al equipo de traslado asignado por el supervisor y se dirige a las ubicaciones que la tarea le indica para hacer la preparación física. Finalizado el proceso de preparación física, el personal operativo deposita los pallets en los canales de expedición que el supervisor le indique. Cuando el pedido es verificado completo en el sistema, se procede a cargar los pallets de varios pedidos según como esté planificado por el cliente en un camión o contenedor, y cuando se haya finalizado toda la carga y el pedido esté expedido en el sistema se procede a enviar un correo al cliente mencionado que se completó el trabajo.

Las salidas que genera el proceso son los camiones cargados con los pedidos del cliente, las horas de trabajos registradas dentro de las tareas del sistema, donde estas marcan la hora de inicio y hora de fin de cada una, que equipos fueron usados por parte del personal para completar el pedido y en el caso de que el cliente necesite enviar a sus puntos de venta un stock que se encuentre bloqueado, ya sea porque la fecha de vencimiento es cercana o es producto para una promoción especial, este stock es asignado para el pedido.

Por último, los clientes del proceso de preparación de pedidos son el cliente dueño de la mercadería y los puntos de ventas de este cliente, los cuales por correo envían si existen novedades que se deban revisar.

## Diagrama SIPOC

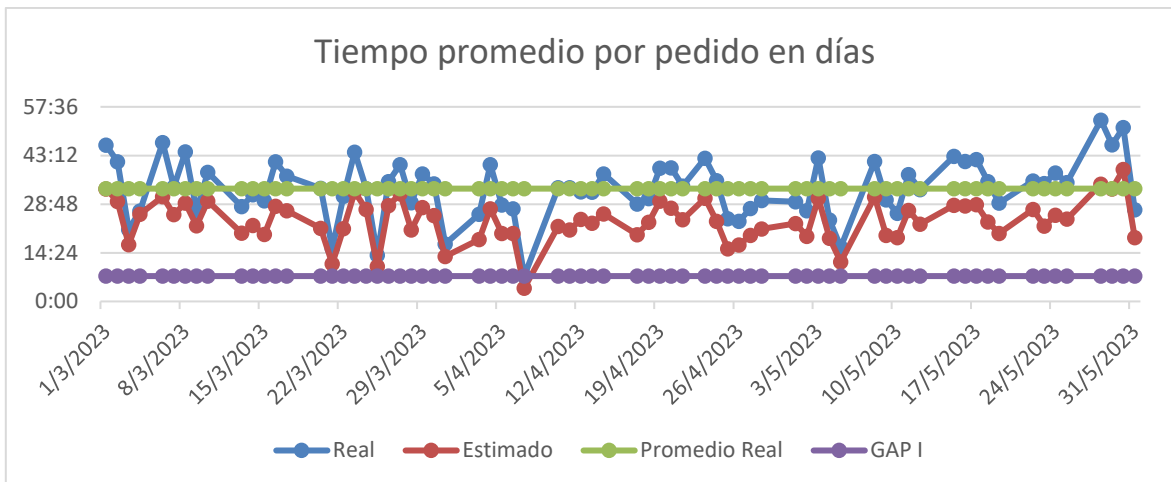


**Figura 2.2 Diagrama Sipoc de proceso de preparación de pedidos**

Fuente: Autor

#### 2.4. Establecimiento del objetivo SMART

En esta sección se definió cual será el objetivo SMART, donde se consideró un histórico de tres meses (marzo a mayo del 2023) del tiempo promedio de pedidos por día y seleccionó un escenario objetivo para el proyecto. En la figura 2.3 se puede ver el comportamiento del tiempo promedio por pedido a través de los días del rango de fecha establecido.



**Figura 2.3 Tiempo promedio por pedido en días**

Fuente: Autor

**Tabla 2.2**

**Objetivo establecido según escenario**

Objetivos			
Escenario	% de reducción de GAP (Brecha)	Objetivo	Costo o impacto financiero
Conservador	15%	29:30	
<b>Neutro</b>	<b>37%</b>	<b>23:49</b>	
Optimista	60%	17:51	

Fuente: Autor

**Tabla 2.3**

**Porcentaje de reducción establecido para el proyecto**

Bajo el supuesto de que el Patrocinador defina un escenario neutro	
% de reducción	28.69%

Fuente: Autor

**Tabla 2.4****Objetivo SMART del proyecto**

SMART
Reducir el tiempo promedio de preparación de pedidos en un 28.69%
Pasando de 33:23 minutos (promedio de marzo 2023 a mayo 2023)
a 23:49 minutos (a partir de febrero 2024)
Realizar seguimiento por 1 año si el proceso se encuentra estable a partir de julio 2024

Fuente: Autor

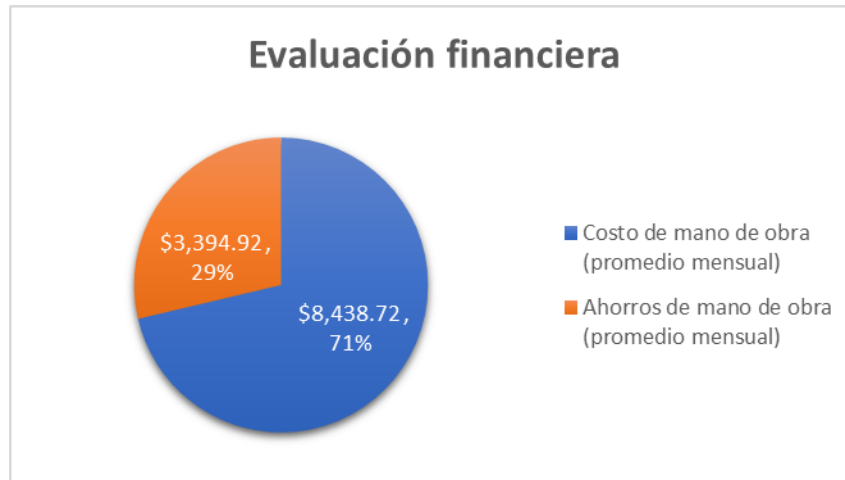
Para el establecimiento del objetivo SMART seleccionamos la data histórica desde marzo hasta mayo del 2023, donde se generaron tres tipos de escenarios como se puede observar en la tabla 2.2. Con respecto al tiempo promedio histórico de 33 minutos: uno escenario conservador trabaja bajo el supuesto que la reducción del GAP no será muy significativa, reduciéndolo en un 15% dándonos un total de 29 minutos, un escenario neutro que espera un reducción de GAP de término medio con un 37% del tiempo promedio histórico con 24 minutos por pedido, y finalmente uno optimista que espera que los resultados del proyecto sean muy alentadores con una reducción del 60% del tiempo promedio histórico con 18 minutos por pedido.

Para este proyecto se escogió un escenario neutro, que reducirá en un 28% el tiempo promedio de preparación de pedido (presentando en la tabla 2.3). En base a esto, se definió al objetivo SMART de la siguiente manera: “Reducir el tiempo promedio de preparación de pedidos en un 28%, pasando de 33 minutos del promedio de marzo a mayo del 2023 a 24 minutos a partir de febrero del 2024, se realizará seguimiento por un año si el proceso se encuentra estable a partir de julio del 2024 (presentado en la tabla 2.4).

## 2.5. Evaluación financiera

Para la evaluación de este proyecto se consideró el costo promedio mensual de mano de obra de la nómina en los meses de marzo a mayo del 2023, sumando los recargos por horas regulares y horas extras. Este promedio se comparó con el ahorro estimado por la reducción de horas que se espera por parte del proyecto.





**Figura 2.4 Evaluación financiera**

Fuente: Autor

La evaluación financiera del proyecto presentada en la figura 2.4, muestra que el costo de mano obra mensual es de \$8438.72, la mayoría de este desembolso corresponde al pago de horas extras del personal de ambos turnos tanto para las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho. Una vez finalizado el proyecto se espera un ahorro mensual estimado de \$3394.92 por motivo de la reducción de las horas extras, lo que equivaldría un 40.23% del costo actual.

## 2.6. Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos se definió en base a los aspectos mencionados en el critical to quality tree, como el tiempo promedio por pedido, los artículos con información al día en sistema, entre otros. En la tabla 2.5 se presenta como cada una las variables que serán medidas, sus condiciones de registro, notas correspondientes y donde será registrado. Los datos recolectados serán usados para posteriores análisis como criterios de estratificación y diagramas de Pareto.

**Tabla 2.5**

**Plan de recolección de datos**

Datos (Y)		Definiciones operacionales y procedimientos			
¿Qué?	Tipo de dato	¿Cómo es medido?	Condiciones relacionadas al registro	Notas de muestra	Donde es registrado
Artículos con información al día en sistema	Discreto	Número de maestros al día con respecto al total de maestros existentes	Qué: Artículos, proveedores y receptores Cómo: Con la información al día Dónde: En el sistema WMS	Cada cambio en los maestros debe ser reportado por correo para que el Key User lo	Fichero Excel

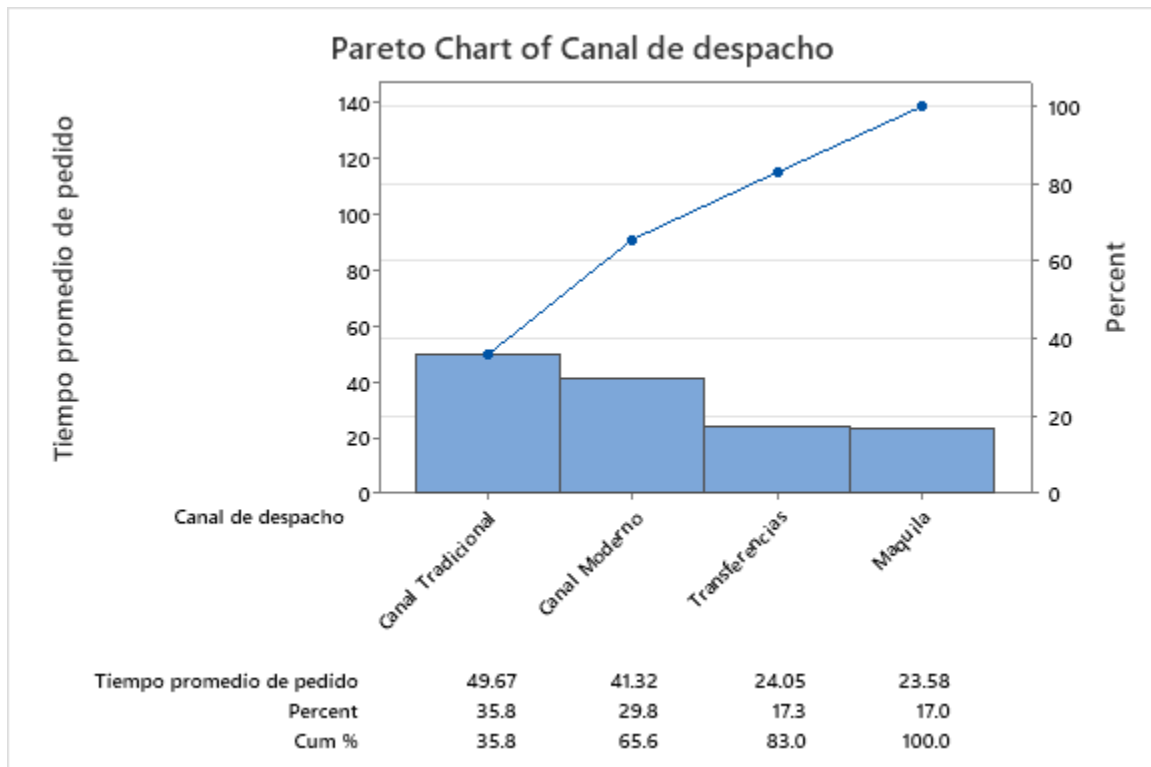
			Quando: A todo momento Quién: Key User de almacén	gestione en el sistema	
Tiempo de espera entre confirmación de pedidos y generación de tareas	Continuo	Tiempo en minutos desde que el pedido es notificado por correo hasta que el personal genera las tareas de preparación física en sistema	Qué: Pedidos Cómo: Disponible en el sistema Dónde: En el sistema WMS Cuando: Se envía un pedido por correo Quién: Supervisores		Hoja de verificación
Pedidos no cargados por interfaz	Discreto	Número de pedidos que no cargaron por interfaz con respecto al total de pedidos que existieron en el día	Qué: Pedidos Cómo: No cargados por interfaz Dónde: En el sistema WMS Cuando: Se envía un pedido por correo Quién: Supervisores	Se contabilizarán todos aquellos que inicialmente no fueron cargados por interfaz	Fichero Excel
Obstrucciones reportadas	Discreto	Número de obstrucciones reportadas durante un día	Qué: Pedidos Cómo: No cargados por interfaz Dónde: En el sistema WMS Cuando: Se envía un pedido por correo Quién: Supervisores	Se considera obstrucción: * Otra operación está realizando labores o mantenimiento * Pallets bloquean el paso	Hoja de verificación
Tiempo de tarea	Continuo	Tiempo total utilizado en las tareas con respecto al tiempo total estimado de las tareas realizadas	Qué: Tareas Cómo: Completadas Dónde: En el almacén Cuando: Durante la preparación del pedido Quién: Personal operativo	Valores aberrantes superiores a dos horas no se tomarán en consideración por ser error en el proceso del operador	En dispositivo móvil

Fuente: Autor

## 2.7. Análisis de datos

Para el análisis de datos se tomó el histórico por pedidos de los meses de marzo, abril y mayo del 2023 con los datos de inicio y finalización del pedido y el detalle de tiempo de finalización por tarea de cada pedido.

### 2.7.1. Estratificación de pedidos por canal de despacho



**Figura 2.5 Diagrama de Pareto de tiempo real de preparación de pedido por canal de despacho**

Fuente: Autor

En base a la estratificación anterior, se filtró en el histórico de tareas de pedidos y se generó el diagrama de Pareto mostrado en la figura 2.5, el cual se encuentra categorizado por canal de despacho, donde el 80% de los tiempos de preparación corresponden al canal tradicional con el 35.8%, seguido del canal moderno con el 29.8%.

## 2.8. Problema enfocado

Para la definición del problema enfocado, se seleccionó los dos canales con el mayor porcentaje en el diagrama de Pareto del tiempo real de preparación de pedido por canal de despacho, que son el canal tradicional y moderno con el 35.8 y 29.8% respectivamente del total general.

**Tabla 2.6****Problema enfocado para el canal tradicional**

Problema enfocado en canal tradicional	
¿Qué?	El tiempo de preparación promedio es de 49 minutos que equivale al 35.8% del total
¿Cómo?	La tarea se encuentra finalizada
¿Cuál?	Los artículos del canal tradicional
¿Cuándo?	Durante la preparación física del pedido
¿Dónde?	En el almacén
¿Quién?	Por el personal operativo

Fuente: Autor

En base a la tabla 2.6 se puede definir el problema enfocado para el canal tradicional de la siguiente manera:

¿Cuál es el tiempo de preparación promedio del canal tradicional?

El tiempo promedio de preparación de pedidos del canal tradicional es de 49 minutos, estos pertenecen al área de almacén realizado por parte del personal operativo, esto se las reconoce cuando la tarea se encuentra finalizada.

**Tabla 2.7****Problema enfocado para el canal moderno**

Problema enfocado en canal moderno	
¿Qué?	El tiempo de preparación promedio es de 41 minutos que equivale al 29.8% del total
¿Cómo?	La tarea se encuentra finalizada
¿Cuál?	Los artículos del canal moderno
¿Cuándo?	Durante la preparación física del pedido
¿Dónde?	En el almacén
¿Quién?	Por el personal operativo

Fuente: Autor

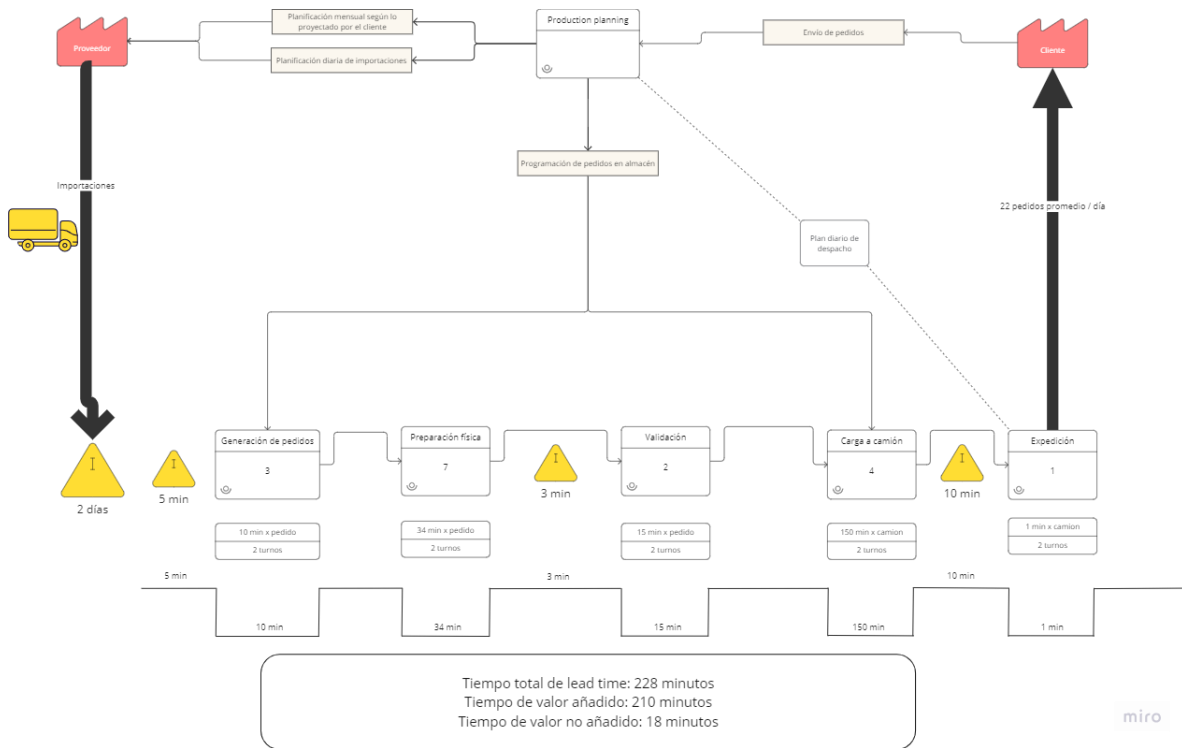
En base a la tabla 2.7 se puede definir el problema enfocado para el canal moderno de la siguiente manera:

¿Cuál es el tiempo de preparación promedio del canal moderno?

El tiempo promedio de preparación de pedidos del canal tradicional es de 41 minutos, estos pertenecen al área de almacén realizado por parte del personal operativo, esto se las reconoce cuando la tarea se encuentra finalizada.

## 2.9. Value stream map actual del proceso de preparación de pedidos

A continuación, en la figura 2.6, se detalla el proceso actual que realiza la operación para la preparación de pedidos en un día regular, donde no existen pedidos adicionales o temporada alta.



**Figura 2.6 Value stream map actual del proceso de preparación de pedidos**

Fuente: Autor

Dentro del almacén se trabaja en dos turnos, uno matutino que empieza a las 8:30 AM y finaliza a las 5:30 PM, y un turno de la tarde que empiezan a las 3:00 PM con horario de salida 11:00 PM. El proceso de preparación de pedidos nace por parte de la solicitud del cliente, el mismo que envía los pedidos por medio de un correo electrónico, estos correos son procesados por medio de una automatización realizada por parte de la empresa para que los correos sean convertidos y enviados al sistema WMS para realizar el proceso de preparación de pedidos.

Una vez que el pedido se encuentre cargado en sistema WMS, el asistente o supervisor revisa que lo que se encuentra en sistema es correcto, y en caso de existir información incorrecta, proceden a modificar el pedido de manera manual, esta revisión toma aproximadamente 5 minutos, pero puede extenderse si la información faltante afecta a múltiples pedidos. Cuando el pedido está cargado de manera correcta, el asistente o supervisor se encarga de generar el pedido dentro del sistema, revisando que siempre cumpla con los criterios establecidos por parte del cliente, para finalmente generar las

tareas de preparación, este proceso toma en promedio 10 minutos por pedido y es realizado por los dos turnos dependiendo del horario de corte del cliente.

Cuando existen tareas de preparación los operadores van en equipos de dos y realizan el proceso de preparación física, que cuenta con el traslado a la ubicación, la manipulación física para completar el pedido, el retorno de la cantidad sobrante a la ubicación de origen y el traslado del pallet a los canales de expedición, que toma en promedio 34 minutos en la actualidad.

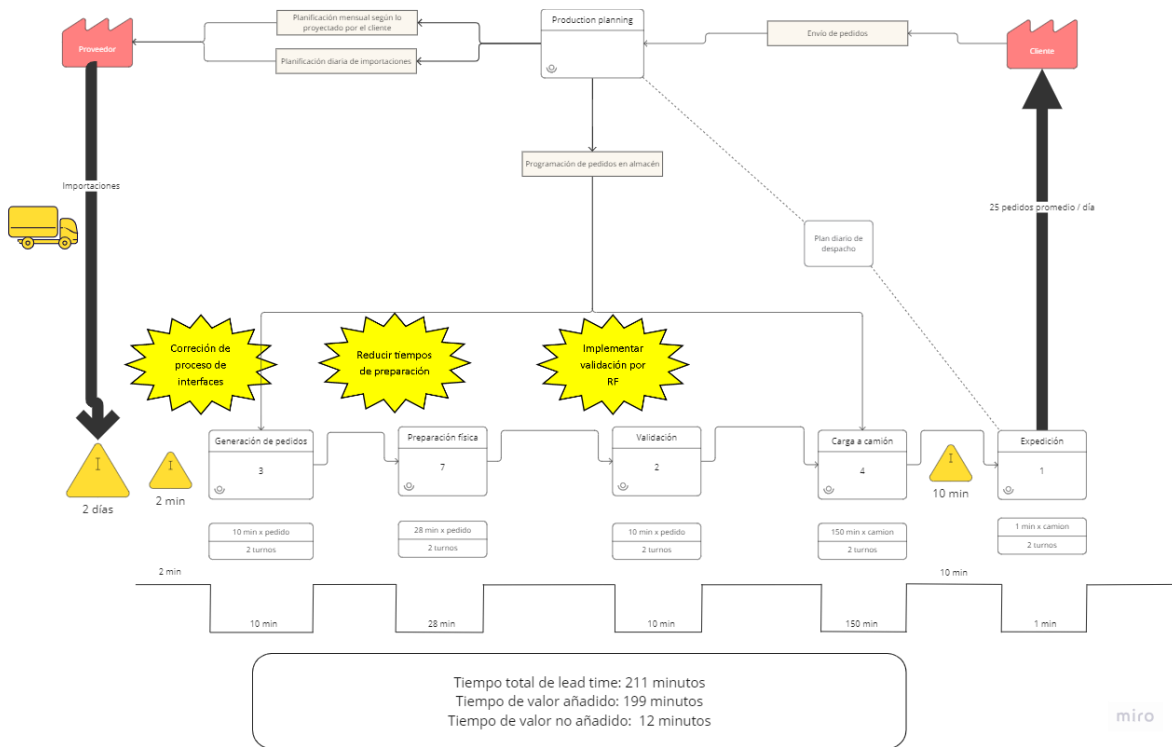
Cuando se culmina con la preparación, el validador recibe por parte del asistente o supervisor el detalle de pedido y verifica que lo preparado esté correcto, en caso de que exista material faltante o sobrante, este se encarga de levantar la novedad directamente al responsable de la preparación física para que haga la corrección respectiva, este proceso actualmente toma aproximadamente 15 minutos en realizarse.

Si todo se encuentra en orden, el validador notifica al asistente y/o supervisor para que una cuadrilla externa realice la carga a camión de los pedidos, en este paso varios pedidos pueden ir consolidados en un solo camión o contenedor, con una duración aproximada de 150 minutos por camión o contenedor.

Finalmente, el vehículo procede a abandonar las instalaciones, se realiza una revisión por parte de la garita de 10 minutos, quienes revisan que la documentación se encuentre todo en orden. Si todo se encuentra en orden, garita da el visto bueno al chofer y el vehículo ha salido de la instalación y procede a avisar al supervisor o asistente a cargo de la salida, se procede a dar realizar el proceso de expedición en sistema demorando no más de un minuto. Este proceso baja del sistema al stock de los pedidos. Finalizada la expedición, se procede con la notificación al cliente que su/s pedido/s han sido completados. Como último paso, se procede a generar la facturación respectiva del pedido por parte de los asistentes.

Como la mercadería es de propiedad del cliente, la reposición de los proveedores está programada por parte de ellos, sin embargo, existe importaciones de cada dos días aproximadamente.

## **2.10. Value stream map futuro de preparación de pedidos**



**Figura 2.7 Value stream map futuro**

Fuente: Autor

Luego de haber analizado el VSM actual del proceso de preparación, se lograron identificar los siguientes cambios para el proceso, los mismos que se encuentran detallado en la figura 2.7.

Por parte del cliente se mantiene el proceso del envío de pedidos por medio de correos para poder generar una planificación de preparación de pedidos, así mismo los requerimientos de los proveedores como es manejado por parte del cliente, no es posible realizar cambios en dicha planificación, por lo tanto, se mantiene importaciones en promedio cada dos días.

El primer cambio parte de la corrección de generación de interfaces de pedidos por parte del equipo de sistemas permitiendo la reducción de 5 a 2 minutos en promedio en el proceso de revisión y creación de los pedidos dentro del sistema WMS previo a la generación de estos por parte de los asistentes y supervisores.

Para el proceso de preparación física, luego de haber implementado las mejoras propuestas de este proyecto, se espera lograr reducir el tiempo de preparación física de pedidos a 28 minutos promedio por pedido. Posteriormente en el proceso de validación, para evitar el uso de hojas de verificación, se diseñó un módulo interno dentro del sistema WMS que está conectado directamente a las tareas de preparación realizadas por el equipo de preparación

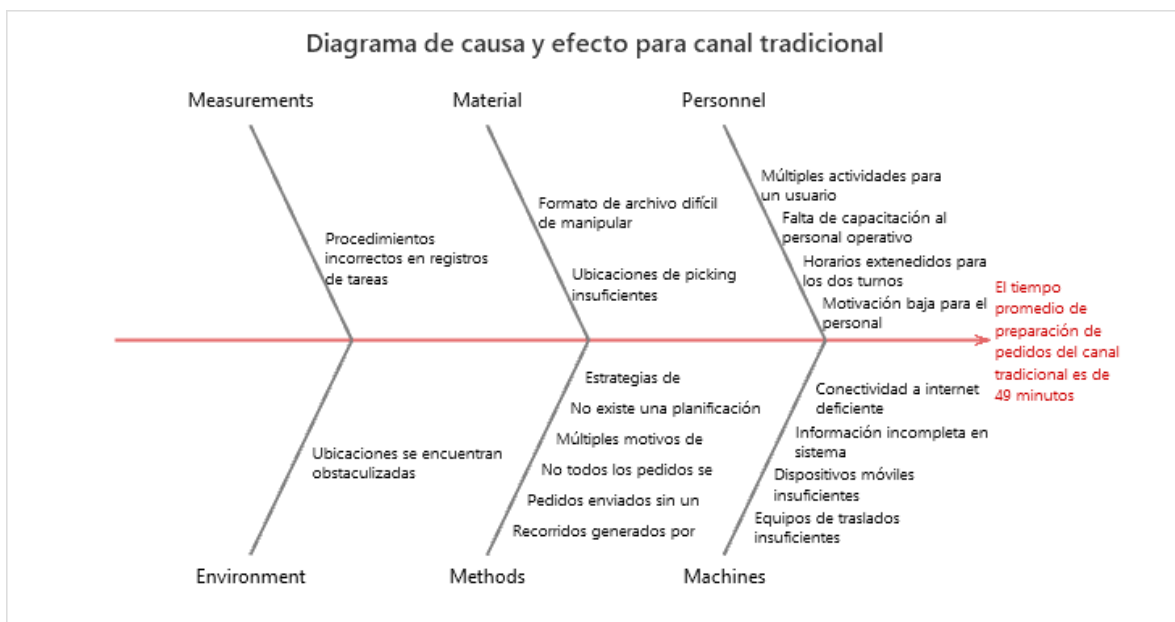
física. Se estima reducir en cinco minutos al eliminar la búsqueda por hoja y la espera de la impresión de estas.

Para el proceso de carga de camión y de expedición dentro del sistema se mantendría igual al proceso detallado en el value stream map actual.

Con las mejoras implementadas se espera aumentar la capacidad de atender pedidos de 22 a 25 pedidos diarios en promedio, esto debido a que reduciría el tiempo requerido para atender un pedido.

## 2.11. Diagrama causa y efecto

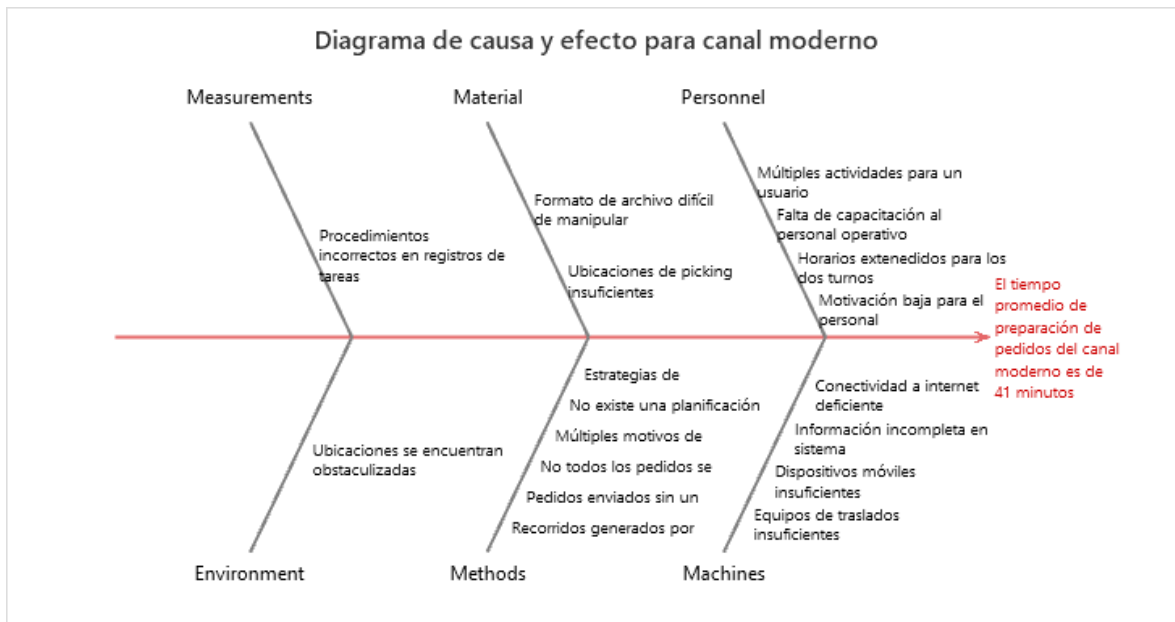
A continuación, se graficará los diagramas de causa y efecto para los tiempos de preparación para los canales de despacho tradicional y moderno.



**Figura 2.8 Diagrama causa y efecto para el canal tradicional**

Fuente: Autor





**Figura 2.9 Diagrama causa y efecto para el canal moderno**

Fuente: Autor

Debido a que el proceso para la preparación de artículos del canal tradicional y moderno es la misma, los diagramas presentados en las figuras 2.8 y 2.9 poseen las mismas causas, por lo que, los problemas enfocados del canal tradicional y moderno se unificaron para no redundar en los pasos posteriores.

Posterior a este paso, se procedió a generar la matriz de causa y efecto para ponderar cada una de las causas potenciales del porque se genera tiempos elevados en la preparación de pedidos.

**Tabla 2.8**

**Matriz causa y efecto para el retraso en preparación de pedidos**

MATRIZ CAUSA Y EFECTO	Variables de salida	
	Tiempo promedio de preparación de pedidos	Total
<b>Preparación</b>		
Múltiples actividades para un usuario	1	10
Falta de capacitación al personal operativo	3	30
Horarios extendidos para los dos turnos	3	30
Motivación baja para el personal	1	10
Formato de archivo difícil de manipular	3	30
Ubicaciones de picking insuficientes	9	90

Procedimientos incorrectos en registros de tareas	1	10
Equipos de traslados insuficientes	1	10
Dispositivos móviles insuficientes	1	10
Información incompleta en sistema	9	90
Conectividad a internet deficiente	1	10
Recorridos generados por sistemas extensos	9	90
Pedidos enviados sin un horario definido	1	10
No todos los pedidos se cargan por interfaz	1	10
Múltiples motivos de bloqueo o estados de inventario	9	90
No existe una planificación previa de pedidos	3	30
Estrategias de almacenamiento y preparación desactualizadas	3	30
Ubicaciones se encuentran obstaculizadas	3	30

Fuente: Autor

Del listado de todas las causas potenciales observado en la tabla 2.8, se obtuvo la mayor ponderación en cuatro que son las siguientes:

- Ubicaciones de picking insuficientes.
- Información incompleta en sistema.
- Recorridos extensos generados por el sistema.
- Múltiples motivos de bloqueo o estados de inventario.

De las cuatro causas seleccionadas, se procedió a generar el “Análisis de modo y efecto de falla” o por sus siglas AMEF, presentado en la tabla 2.9, para obtener una mejor visión de los procesos e identificar que acciones recomendadas se deberán realizar.

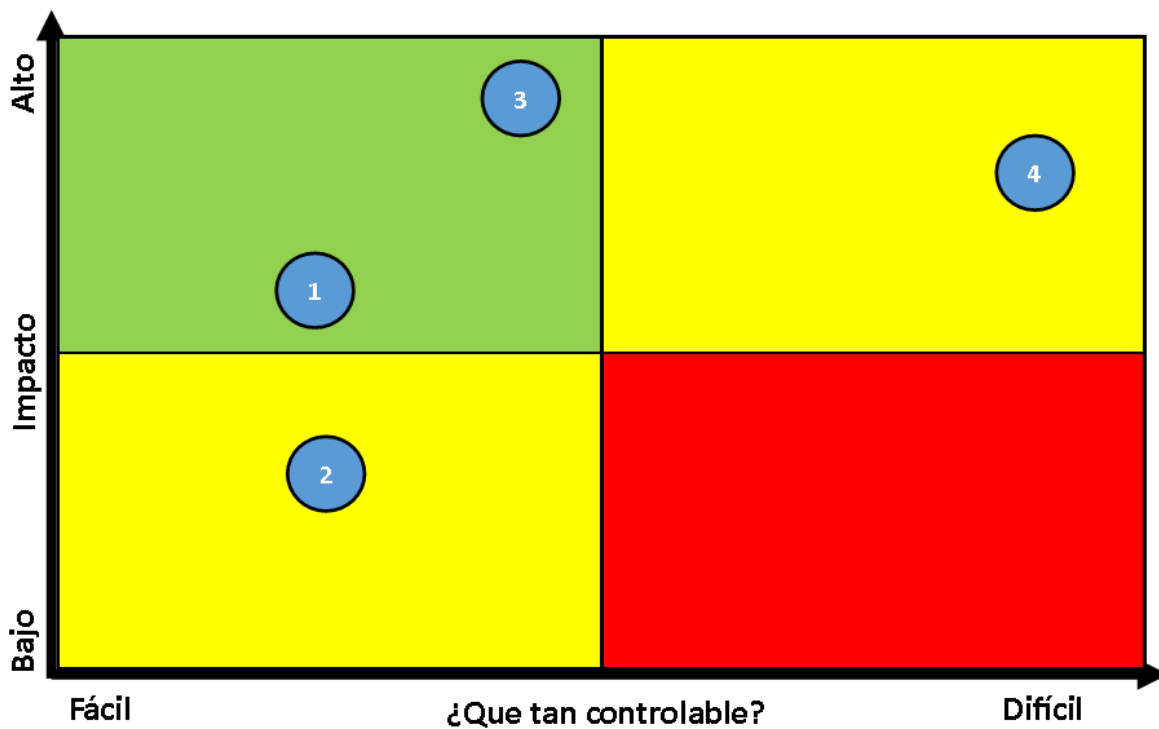
**Tabla 2.9**

**AMEF**

Función de proceso	Modo de falla	Efecto potencial de falla	SEV	Causas potenciales	OCU	Controles de proceso actual	DET	NPR	Acciones recomendadas
Configuración de sistema	Ubicaciones de picking insuficientes	Reabastecimientos más frecuentes	10	No existe una zonificación por ABC	5	No hay controles	5	250	Realizar un ABC dos veces por mes para identificar cuantas posiciones de picking son necesarias. Realizar pronosticas en base a la información del cliente y movimientos de

									temporadas anteriores.
Configuración de sistema	Información incompleta en sistema	Despacho incorrecto de fechas de vencimiento	4	El cliente no envía la información a tiempo	5	Plantilla de vida útil por familia	10	200	Generar una plantilla que muestre los artículos con información pendiente
Preparación	Recorridos extensos generados por el sistema.	Demora en la preparación de un pedido	7	Zonificación de almacén desactualizada e ineficiente	8	No hay controles	8	448	Reuniones cada mes para identificar cambios necesarios en layout
Generación de pedidos	Múltiples motivos de bloqueo o estados de inventario	Demora en la generación de un pedido	10	Falta de control por parte del cliente	10	No hay controles	3	300	Agrupar y zonificar los motivos de bloqueo que son equivalentes a modo de despacho

Fuente: Autor



1. Ubicaciones de picking insuficientes.
2. Información incompleta en sistema.
3. Recorridos extensos generados por el sistema.
4. Múltiples motivos de bloqueos o estados de inventario.

**Figura 2.10 Matriz de ponderación para causas potenciales a ser verificadas**

Fuente: Autor

En base al análisis realizado de la matriz de ponderación mostrada en la figura 2.10, para causas potenciales, se identificó que las causas que tienen mayor impacto y son más fáciles de controlar son: las ubicaciones de picking insuficientes y los recorridos generados por sistemas que son extensos, por lo que el proyecto se enfocará en verificar dichas causas.

Para el plan de verificación de causas se lo definió en la tabla 2.10:

**Tabla 2.10**

**Plan de verificación de causas**

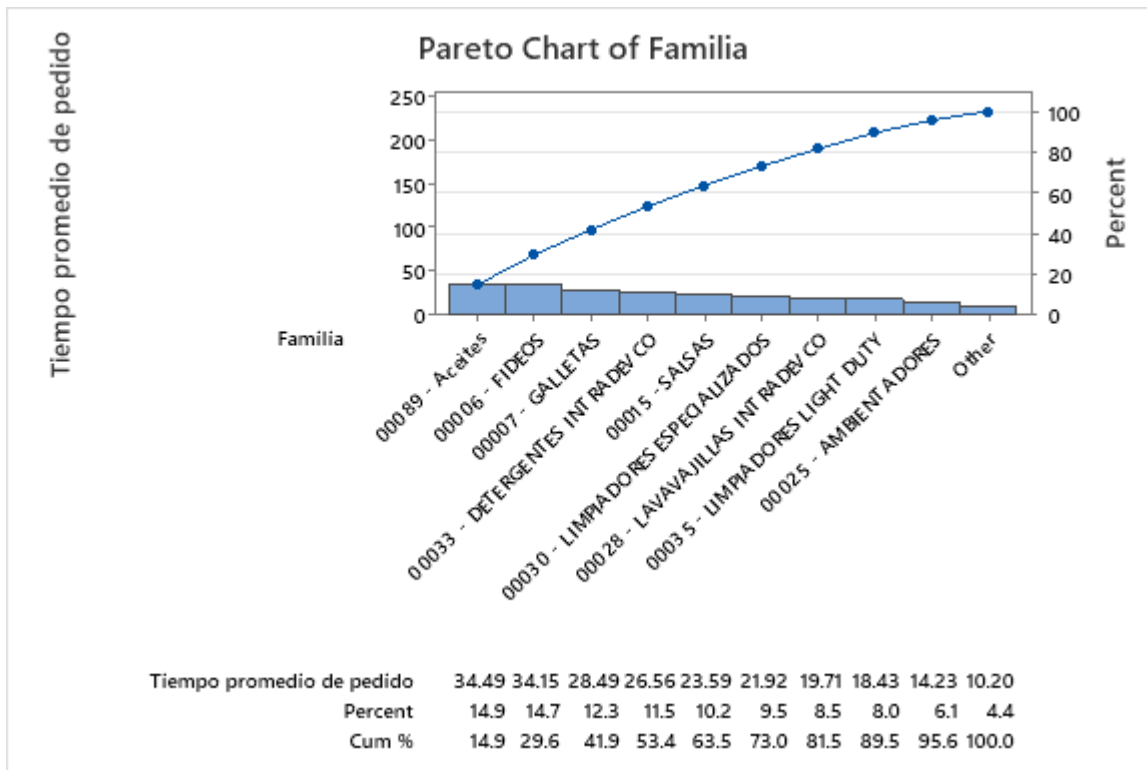
Causas potenciales	Teoría acerca del impacto	Como identificar	Estado
Xs		(incluyendo datos y herramientas)	
Ubicaciones de picking insuficientes	Al no haber suficientes ubicaciones de picking disponibles, es necesario realizar movimientos de reabastecimientos más seguidos.	Comparando el despacho promedio por día con respecto al volumen de picking disponible en un día	En proceso
Recorridos generados por sistemas extensos	Las ubicaciones al estar muy separadas unas de otras, ocasiona que los operadores deban moverse en mayores distancias para preparaciones cortas, este movimiento se puede dar varias veces por día dependiendo del número de pedidos.	Diagrama de espaguete donde se observe los cruces por zonas del almacén, total de distancia recorrida al día por operador	En proceso

Fuente: Autor

**2.12. Verificación de causa potencial (Ubicaciones de picking insuficientes)**

Para verificar la causa potencial de los altos tiempos de preparaciones con respecto a que las ubicaciones de picking actual son insuficientes, se realizó cuatro gráficos que presentan mejor la realidad de la operación.

**2.12.1. Clasificación por familia de artículos**



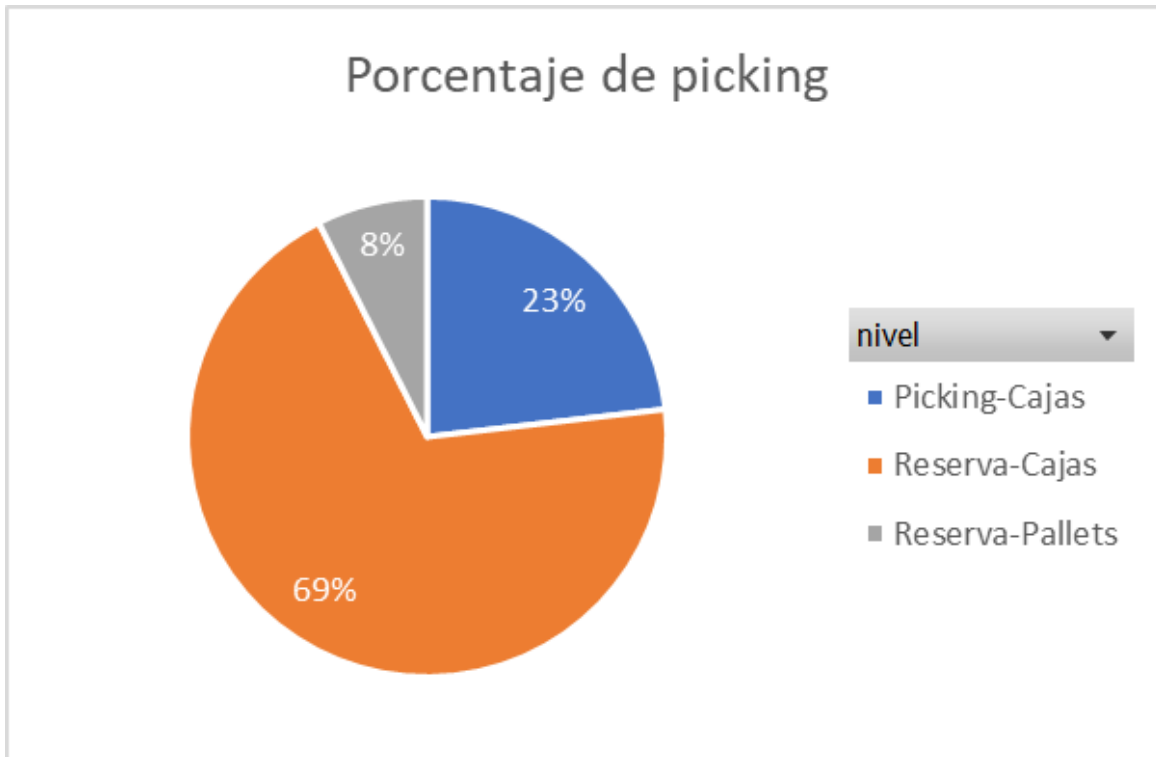
**Figura 2.11 Tiempo promedio de pedido por familia para los pedidos de los canales tradicional y moderno**

Fuente: Autor

En la figura 2.11, al ser pedidos mixtos en los canales tradicional y moderno, se clasificó aquellos pedidos de estos canales por familias, considerando al pedido como parte de dicha familia si contiene más de cinco artículos en el detalle de pedido. En el gráfico, las familias de aceites y fideos se encuentran por encima del tiempo promedio de preparación de pedidos de 33 minutos, por lo que se considerará estas dos familias para el análisis de las ubicaciones de picking.

### 2.12.2. Clasificación según el tipo de ubicación

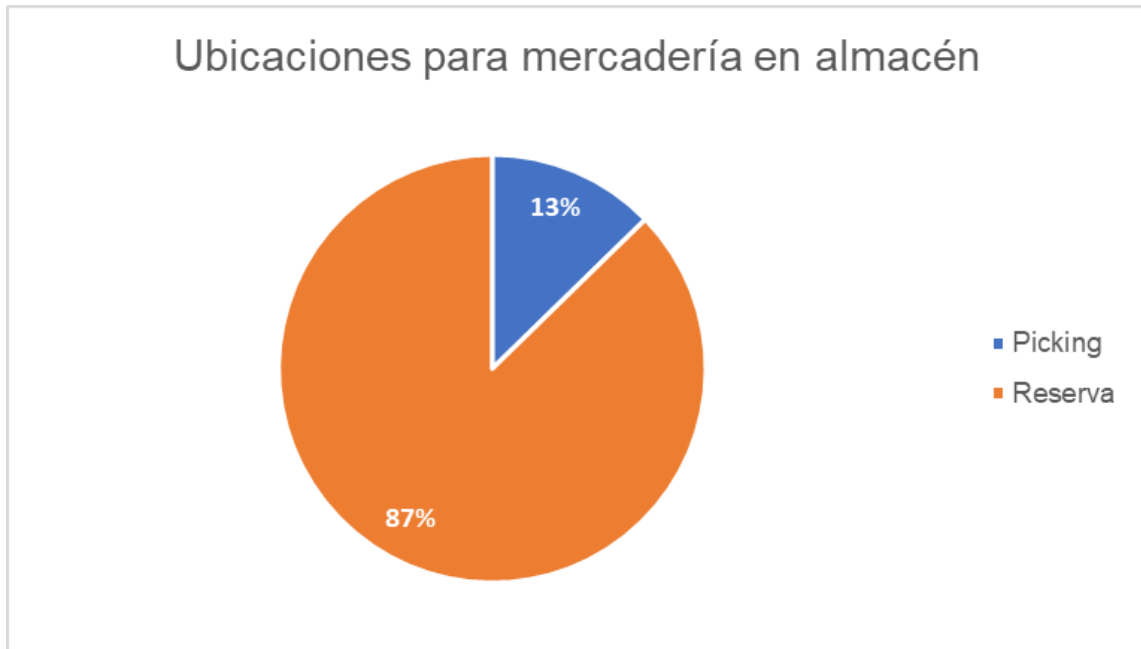
La operación maneja dos tipos de ubicaciones, ubicaciones de tipo picking y de tipo reserva. Las ubicaciones de picking son asignadas para que se manipulen pedidos por cajas, y son ubicadas normalmente a nivel piso para facilitar su manipulación. Las ubicaciones de reserva como su nombre lo indica, son utilizadas para mantener stock en pallets completos para luego reabastecer las ubicaciones de picking, o en caso de despacho de pallets completos, utilizar estas ubicaciones por la facilidad y el tiempo de esta. Sin embargo, la mayoría de los despachos con altos tiempos de preparación de pedido corresponden al canal tradicional, que se despacha por cajas.



**Figura 2.12 Distribución de tiempo tomado en preparaciones según el tipo de ubicación**

Fuente: Autor

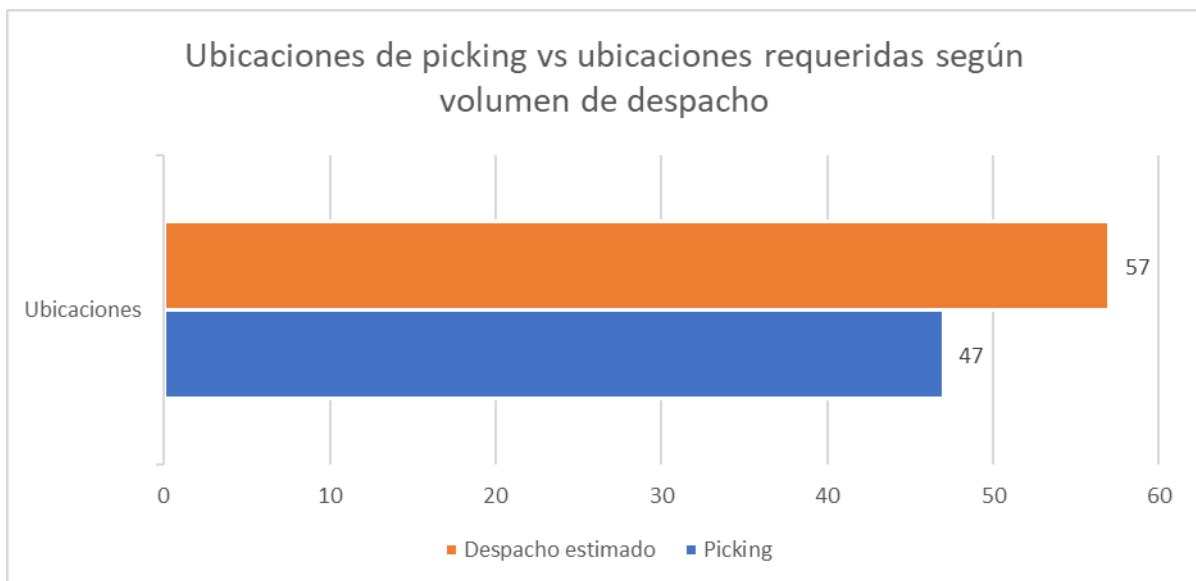
En la figura 2.12 se puede observar que la distribución de tiempos para las preparaciones según el tipo de ubicaciones, hay mayor participación en ubicaciones de reserva para manipuleo de cajas, con el 69% de las tareas de preparación realizadas, mientras que el 23% de las tareas preparación realizadas corresponden a ubicaciones de picking para manipuleo de cajas y solo el 8% corresponde a tareas de preparación en ubicaciones de reserva para manipuleo de pallets completos. Esto indica que se está realizando muchos movimientos de manipuleo de cajas en ubicaciones de reserva, cuando debería optar por realizar la mayor parte de movimientos en ubicaciones de picking.



**Figura 2.13 Porcentaje de ubicaciones en almacén según el tipo**

Fuente: Autor

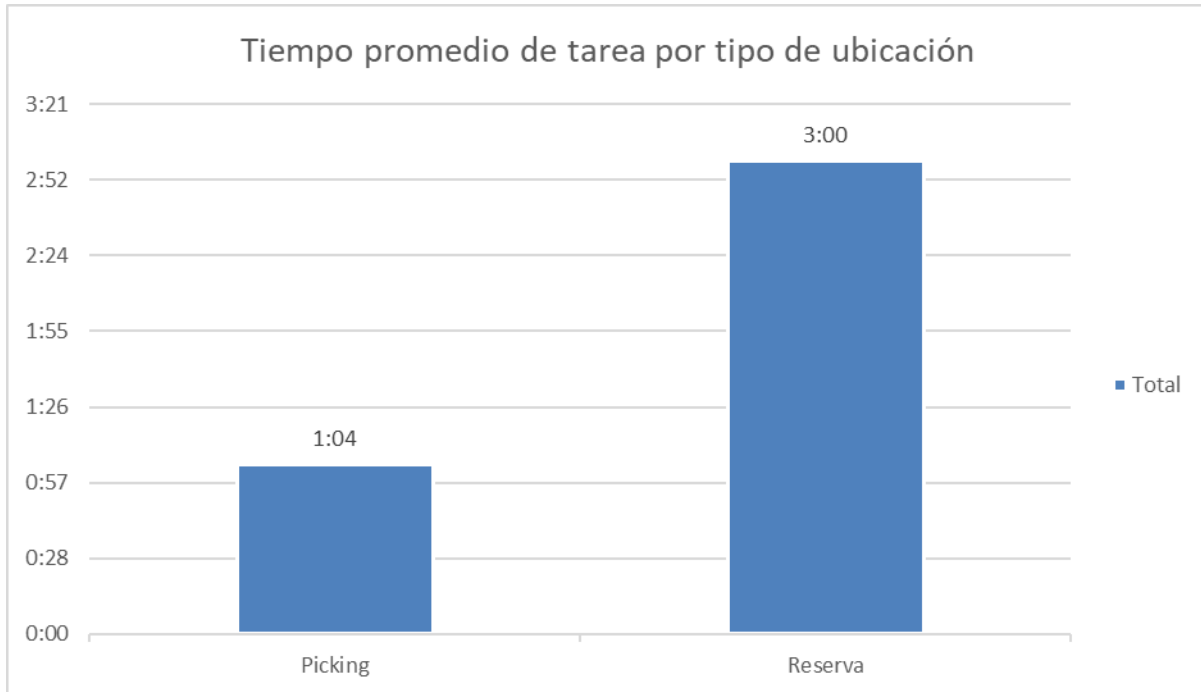
En base a la figura 2.13, las ubicaciones de picking conforman únicamente el 5% de las asignadas para los artículos de la familia fideos y aceites.



**Figura 2.14 Pallets para picking comparado con los pallets estimado para despacho**

Fuente: Autor

Según la figura 2.14, el estimado de pallets requeridos para el despacho para las familias seleccionadas es de 57 pallets, actualmente se tienen asignadas 47 ubicaciones para picking, lo que indica que es necesario asignar nuevas ubicaciones de picking para mantener un flujo constante de preparación y disminuir el número de reabastecimientos.

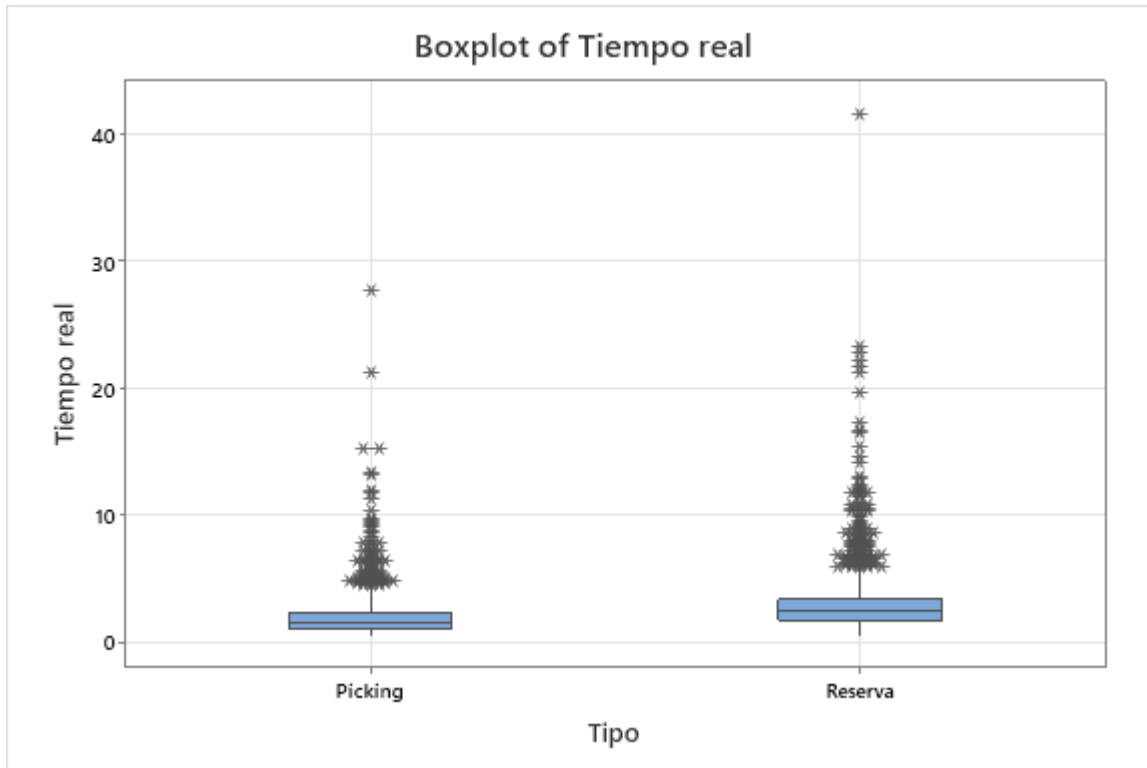


**Figura 2.15 Tiempo promedio de visita por tipo de ubicación**

Fuente: Autor

Así mismo la figura 2.15 muestra que el tiempo promedio de tarea según el tipo de ubicación es de 3 minutos en reserva y de 1 minuto para picking. Según este análisis podemos afirmar que el 74% del día se están realizando movimientos de tres minutos y solo un 26% movimientos de 1 minuto. Así mismo, como el número de ubicaciones requeridas según el volumen de despacho estimado es mayor al número de ubicaciones de picking, se puede establecer que las ubicaciones de picking son insuficientes. Actualmente el almacén cuenta con ubicaciones de picking disponibles que se encuentran asignadas para otras operaciones, sin embargo, estas se pueden reubicar si se el caso lo amerita.





**Figura 2.16 Diagrama de cajas de tiempo promedio según tipo de ubicación**

Fuente: Autor

Según el diagrama de cajas de la figura 2.16, el tiempo promedio de preparación por ubicaciones de tipo reserva es superior al de tipo picking, confirmando lo que se analizó previamente en la figura 2.11.

Adicional se realizó una prueba de hipótesis para probar la hipótesis nula de que las medias para el tiempo de preparación en ubicaciones de picking es igual a la de ubicaciones de reserva, en contraste de la hipótesis alternativa que indica que las medias son distintas.

### Method

Null hypothesis All means are equal  
 Alternative hypothesis Not all means are equal  
 Significance level  $\alpha = 0.05$

*Equal variances were assumed for the analysis.*

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tipo	1	963.9	963.948	280.02	0.000
Error	6117	21057.1	3.442		
Total	6118	22021.1			

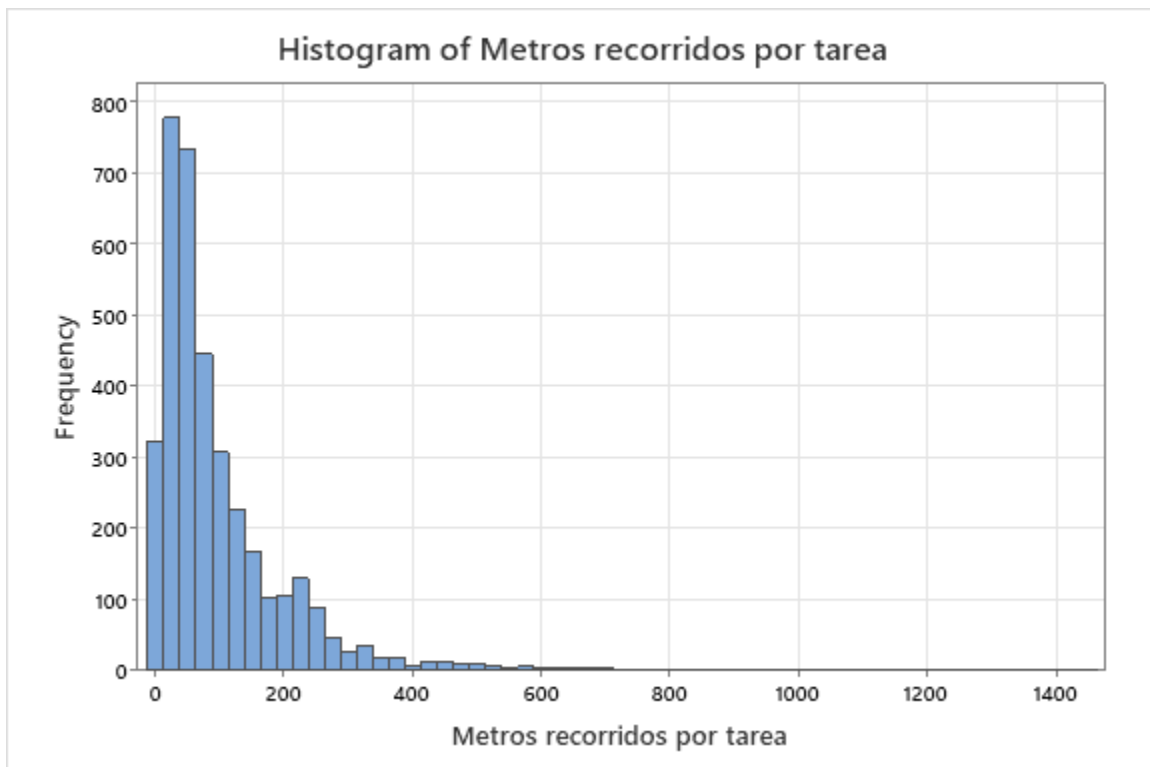
**Figura 2.17 Análisis de media para el tiempo promedio según el tipo de ubicación**

Fuente: Autor

Según la figura 2.17, con un valor  $p = 0$ , se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales, por el gráfico se puede observar que para las ubicaciones de tipo picking el tiempo promedio de tarea es menor que las de tipo reserva.

### 2.13. Verificación de causa potencial (Recorridos extensos generados por el sistema)

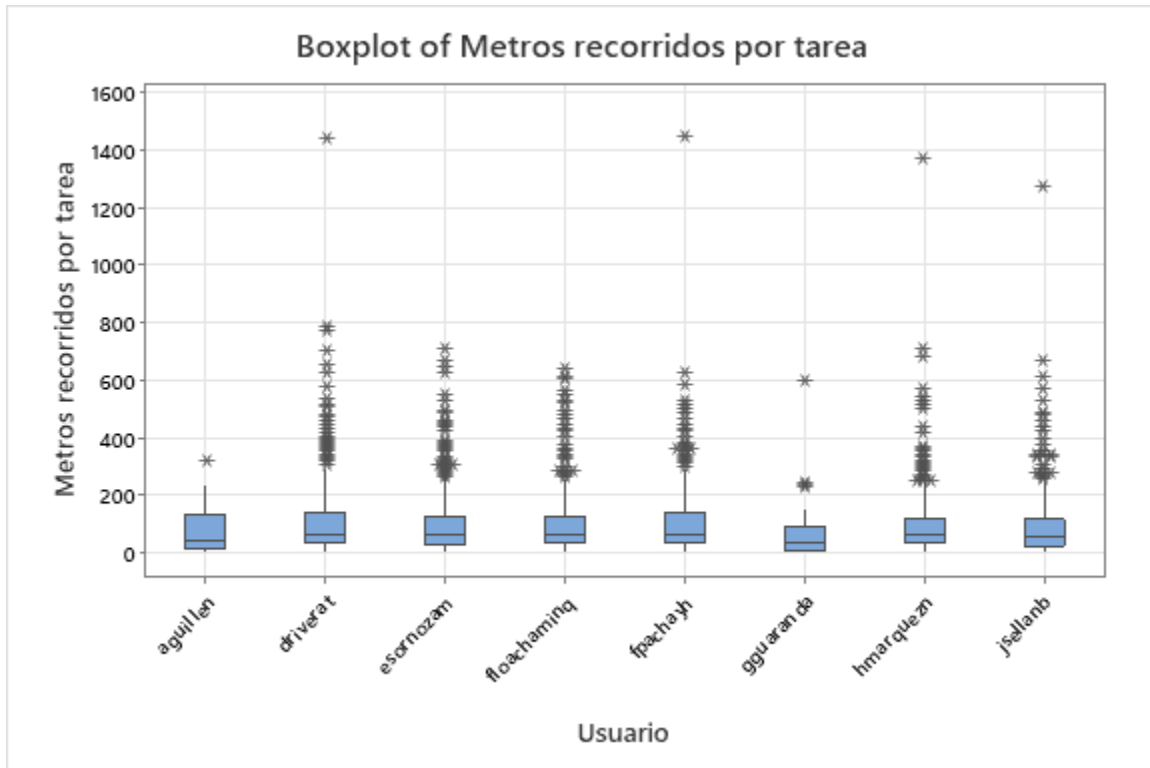
Para verificar la causa potencial de que los altos tiempos de preparación de pedidos son causados por recorridos extensos generados por sistema, se realizó dos gráficos que presentan mejor la realidad de la operación.



**Figura 2.18** Histograma de metros recorridos por tarea

Fuente: Autor

En la figura 2.18 se pudo verificar que el promedio de metros recorridos por tarea tiene un sesgo hacia la derecha, indicando que existen varias tareas que requieren movimientos lejanos y por ende consumiendo más tiempo de preparación.



**Figura 2.19 Diagrama de cajas de metros recorridos por tarea y usuario**

Fuente: Autor

En la figura 2.19, el diagrama de cajas muestra que la mayoría de las tareas por usuario están cerca de una mediana de 50 metros, pero que existen varias tareas que están lejos de los cuartiles establecidos, y muchos más fuera de los bigotes del diagrama.

Adicional se realizó una prueba de hipótesis para probar la hipótesis nula de que las medias para los metros recorridos por tareas de cada usuario es la misma, en contraste de la hipótesis alternativa que indica que las medias son distintas.

### Method

Null hypothesis All means are equal  
 Alternative hypothesis Not all means are equal  
 Significance level  $\alpha = 0.05$

*Equal variances were assumed for the analysis.*

### Analysis of Variance

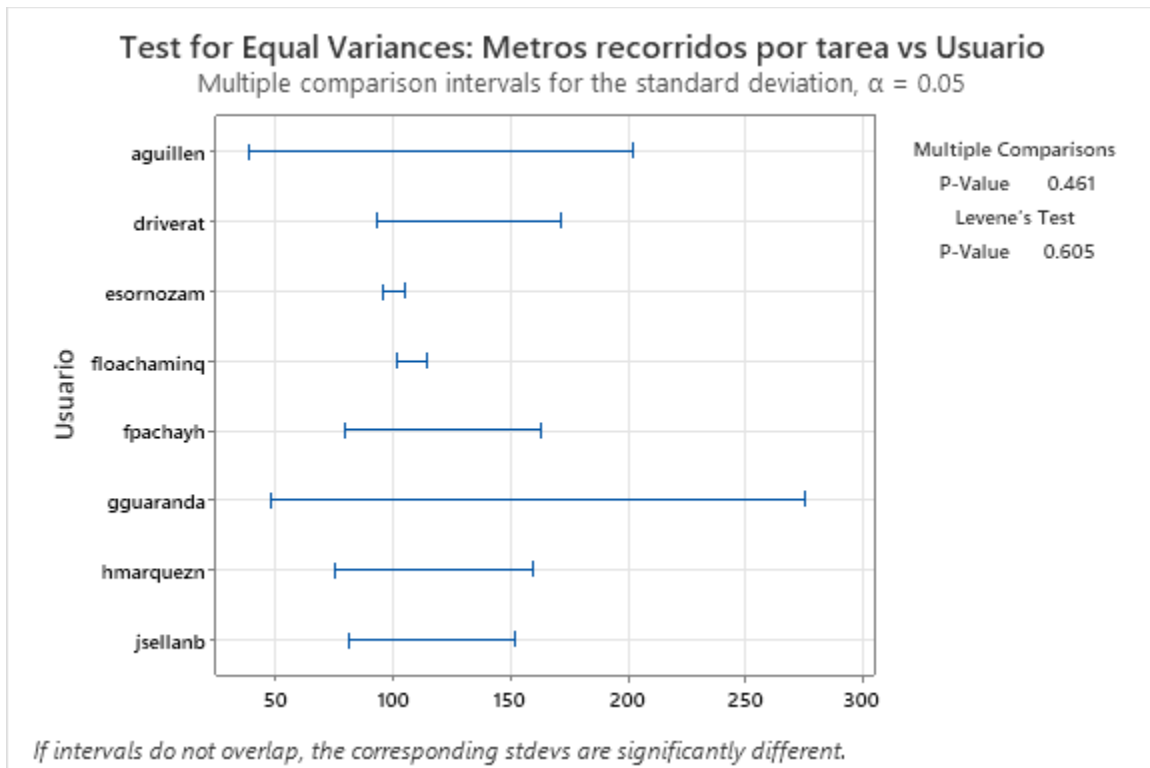
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Usuario	7	137689	19670	1.60	0.130
Error	3642	44763577	12291		
Total	3649	44901267			

**Figura 2.20 Análisis de media para los metros recorridos por tarea**

Fuente: Autor

Según la figura 2.20, con un valor  $p = 0$ , se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales, por el gráfico se puede observar que las medias para cada usuario no es la misma, ya que hay pequeñas variaciones y usuarios que tienen valores muy por lejos del grupo regular.

Adicional se realizó una prueba de hipótesis por el método de comparaciones múltiples y Test de Levene para probar la hipótesis nula que las varianzas para los metros recorridos por tareas de cada usuario es la misma, en contraste de la hipótesis alternativa que indica que las varianzas son distintas.



**Figura 2.21 Análisis de varianzas para los metros recorridos por usuario**

Fuente: Autor

En el resultado de la prueba de hipótesis que se muestra en la figura 2.21, se puede verificar con un valor  $p = 0,461$  para la prueba de comparaciones múltiples y con un valor  $p$  de 0.605, que no se puede rechazar la hipótesis nula que todas las varianzas de los metros recorridos por tarea por cada usuario sean iguales.

## 2.14. Cinco ¿Por qué?

Para las dos causas seleccionadas, se procedió a generar dos matrices del cinco ¿Por qué?, que parte de la interrogante principal de la causa y va iterando cada respuesta hasta llegar a la causa raíz.

El responsable de responder las preguntas fue el coordinador del almacén, quien en base a su experiencia fue respondiendo cada pregunta hasta poder identificar una causa raíz.

**Tabla 2.11**

### ***Cinco porque de ubicaciones de picking insuficientes***

	Primera ronda	Hipotesis	Segunda ronda	Hipotesis	Tercera ronda	Hipotesis	Cuarta ronda	Hipotesis	Quinta ronda	Hipotesis
Pregunta	¿Porque hay ubicaciones de picking insuficientes?		¿Porque no se ha realizado un ABC de los artículos?		¿Porque no se ha definido un encargado para realizar un ABC?		¿Porque no se ha realizado una capacitación al personal para realizar ABC?			
Respuesta	Debido a que no se ha realizado un ABC de los artículos	Si	Debido a que no se ha definido un encargado para realizar dicha labor	Si	No se ha capacitado a ningún personal a realizar dicha labor	Si	No ha existido un compromiso o una planificación de la misma por parte de coordinadores y supervisores	Causa Raiz		
Pregunta										
Respuesta			Debido a que el personal actual no cuenta con el tiempo necesario para realizar dicha actividad	No						
Pregunta			¿Porque no se ha realizado una zonificación en el almacén?		¿Porque no se ha realizado un análisis de movimientos por ubicación?		¿Porque no se ha definido un encargado de revisar movimientos por ubicación?			
Respuesta	Debido a que no se ha realizado una zonificación en el almacén	Si	Debido a que no se ha realizado un análisis de movimientos por ubicación	Si	Debido a que no se ha definido un equipo encargado de revisar movimientos de ubicaciones en general	Si	Debido a que nunca se ha existido alguien que cumpla dicha función	Causa Raiz		
Pregunta										
Respuesta			Debido a que el personal actual no cuenta con el tiempo necesario para realizar dicha actividad	No						

Fuente: Autor

Tabla 2.12

## Cinco porque de recorridos extensos

	Primera ronda	Hipotesis	Segunda ronda	Hipotesis	Tercera ronda	Hipotesis	Cuarta ronda	Hipotesis	Quinta ronda	Hipotesis
Pregunta	¿Porque los recorridos son extensos?		¿Porque hay ubicaciones lejanas unas de otras?		¿Porque no hay ubicaciones libres cercanas?		¿Porque no se han configurado nuevas ubicaciones en el sistema?		¿Porque no se ha hecho el análisis de cuantas ubicaciones se requiere?	
Respuesta	Debido a que hay ubicaciones lejanas unas de otras	Si	Debido a que no hay ubicaciones libres cercanas	Si	Porque no se han configurado en sistema dichas ubicaciones	Si	No se ha hecho un análisis de cuantas ubicaciones se requieren	Si	No hay personal dentro de la operación que este encargado o capacitado para hacer dicho análisis	Causa Raiz
Respuesta										
Pregunta			Debido a que se requieren separar la mercadería en diferentes áreas para evitar contaminación	No	Las ubicaciones están siendo usadas por otras operaciones	No				
Respuesta	Debido a que no se ha realizado una zonificación en el almacén para limitar los recorridos por zona	Si	Debido a que no se ha realizado un análisis de movimientos por ubicación	Si	Debido a que no se ha definido un equipo encargado de revisar movimientos de ubicaciones en general	Si	Debido a que nunca ha existido alguien que cumpla dicha función	Causa Raiz		
Pregunta					¿Porque no se ha realizado un análisis de movimientos por ubicación?		¿Porque no se ha definido un encargado de revisar movimientos por ubicación?			
Respuesta			Debido a que el personal actual no cuenta con el tiempo necesario para realizar dicha actividad	No	Debido a que no se ha definido un equipo encargado de revisar movimientos de ubicaciones en general	Si	Debido a que nunca ha existido alguien que cumpla dicha función	Causa Raiz		

Fuente: Autor

El resultado del cinco ¿Por qué? de la tabla 2.11 para las ubicaciones de picking insuficientes y de la tabla 2.12 de recorridos extensos, reveló que la mayoría de los problemas corresponden a que las funciones que presentan deficiencias como el ABC de los artículos y la distancia de los recorridos se debe a que no existe un análisis de estos, y por ende no existe un control para el mismo.

## 2.15. Plan 5W-2H

Para las causas raíz, se generó un plan 5W-2H, donde se respondieron las preguntas correspondientes, mismo que se presenta en la tabla 2.13:

Tabla 2.13

## Plan 5W-2H para las causas raíz identificadas

Causa raíz	Que	Porque	Como	Donde	Quien	Cuanto	Cuando	Estado
No existe un ABC de los artículos de la operación	Artículos del almacén	Para mejorar el flujo de movimiento y reducir los reabastecimientos	Capacitar a un asistente, supervisor o analista para realice un ABC de los artículos	En el almacén	Asistente, supervisor o analista	\$600.00	10/1/2023	Completado

No existe una zonificación adecuada para la operación	Ubicaciones de bodega	Para evitar recorridos largos	Capacitar a un asistente, supervisor, analista de sistemas o inventario para lleve el control de la zonificación del almacén	En el almacén	Asistente, supervisor o analista	\$600.00	11/1/2023	Completado
---	-----------------------	-------------------------------	--	---------------	----------------------------------	----------	-----------	------------

Fuente: Autor

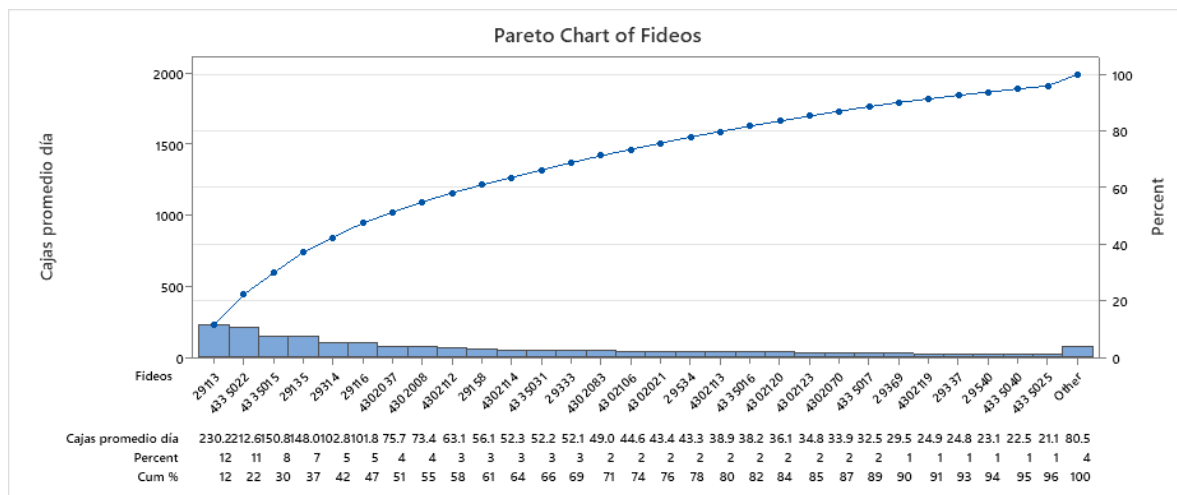
## 2.16. IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA

### 2.16.1. Clasificación ABC de almacén mediante el uso de Pareto

Para la implementación de una clasificación de almacén mediante la aplicación de un método de clasificación de inventario ABC, se comenzó realizando un Pareto para cada familia de artículos que se seleccionó en la verificación de la causa (fideos, aceites) para los pedidos de los canales tradicional y moderno.

Se considerará únicamente los artículos de tipo A o que se encuentran dentro del 80% de las cajas promedios despachadas para ser ubicados como picking, los artículos de tipo B y C serán ingresados como ubicaciones de reserva debido a que su movimiento es poco frecuente y las ubicaciones de picking corresponden al primer nivel del almacén, siendo limitadas en su cantidad.

### 2.16.2. Diagrama de Pareto para artículos fideos



**Figura 2.22 Diagrama de Pareto de cajas promedios despachadas para códigos de la familia fideos**

Fuente: Autor

Según la figura 2.22, de los artículos que se encuentran dentro de la familia fideos, se obtuvo el listado de aquellos códigos que conforman el 80% de cajas promedio despachadas por día, los cuales son los siguientes:

**Tabla 2.14**

***Artículos de la familia fideos que corresponden al 80% de cajas despachas diarias***

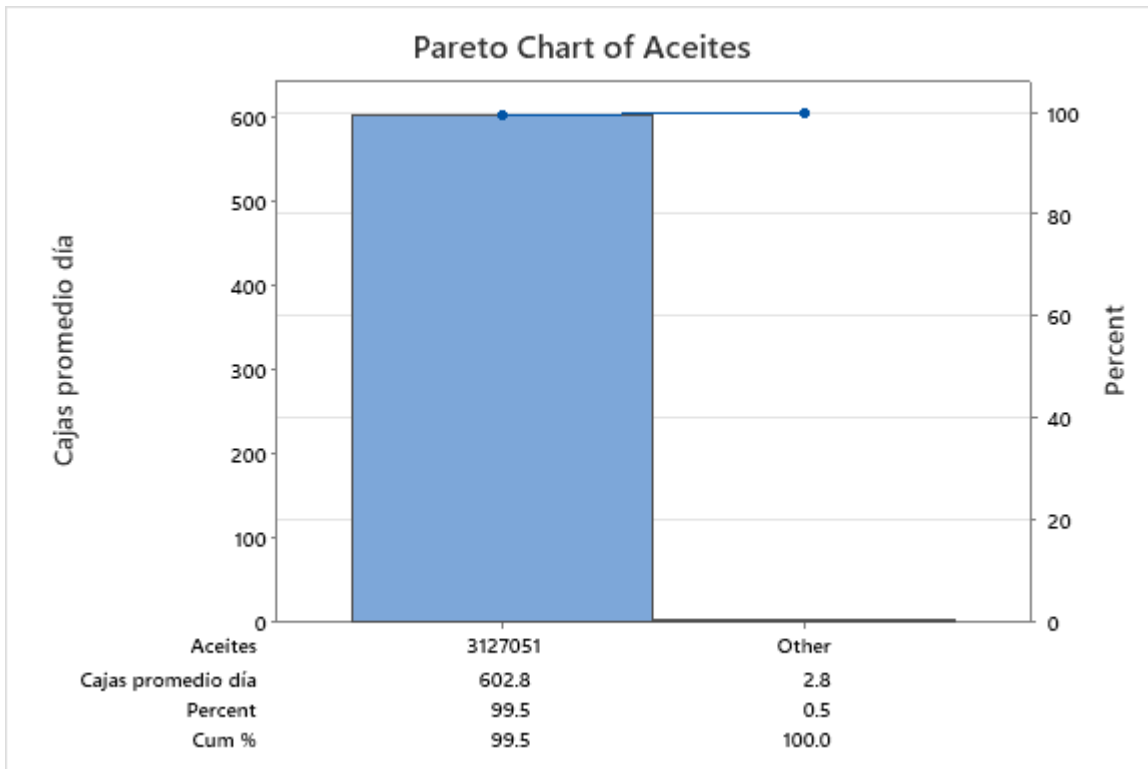
Fideos
29113
4335022
4335015
29135
29314
29116
4302037
4302008
4302112
29158
4302114
4335031
29333
4302083
4302106
4302021
29534
4302113

Fuente: Autor

En la tabla 2.14, del total de 48 artículos analizados, a continuación, se presenta el listado de los artículos de la familia fideos que conforman 80% (18 artículos) del total de cajas despachas diarias. Estos artículos serán considerados para el cálculo de las ubicaciones de picking requeridas.



**2.16.3. Diagrama de Pareto para artículos aceites**



**Figura 2.23 Diagrama de Pareto de cajas promedios despachadas para códigos de la familia aceites**

Fuente: Autor

Según la figura 2.23, de los artículos que se encuentran dentro de la familia aceites, se obtuvo el listado de aquellos códigos que conforman el 80% de cajas promedio despachadas por día, los cuales son los siguientes:

**Tabla 2.15**

**Artículos de la familia aceites que corresponden al 80% de cajas despachas diarias**

Aceites
3127051

Fuente: Autor

En la tabla 2.15, del total de 2 artículos analizados, a continuación, se presenta el listado de los artículos de la familia aceites que conforman 80% (1 artículo) del total de cajas despachas diarias. Estos artículos serán considerados para el cálculo de las ubicaciones de picking requeridas.

**2.16.4. Ubicaciones de picking requeridas por artículo**

En base a las familias definidas y los códigos de tipo A, se definió el número de ubicaciones de picking en el sistema, que se muestra en la tabla 2.16. Dichas ubicaciones serán compartidas para todos los códigos de la misma familia con la finalidad de tener un manejo más dinámico que se acomode a los cambios por temporada.

**Tabla 2.16**

**Ubicaciones de picking requeridas por familia**

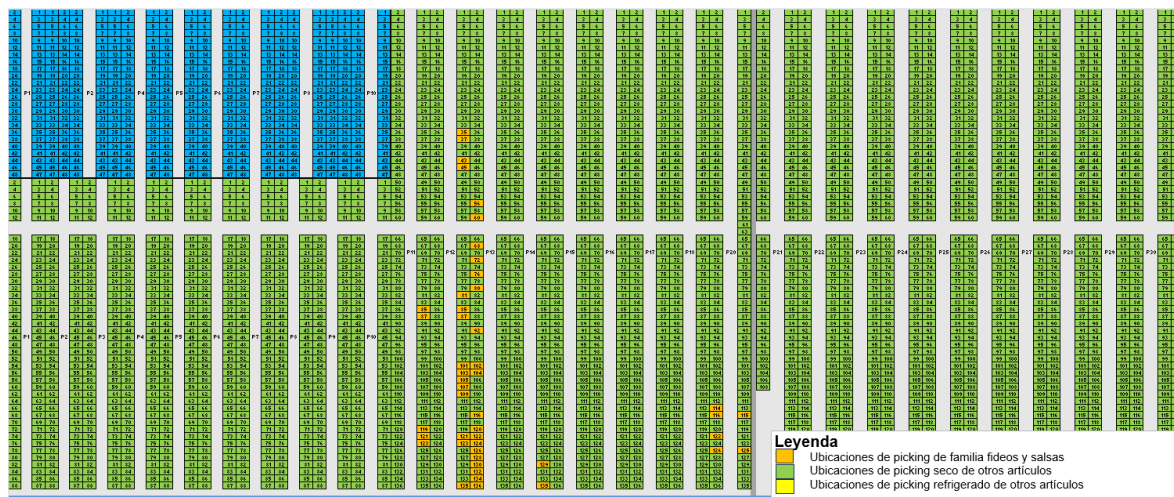
Familia	Ubicaciones de picking requeridas
00006 – FIDEOS	45.00
00089 – Aceites	9.00
<b>Total</b>	<b>54.00</b>

Fuente: Autor

Cabe recalcar que este cálculo ABC deberá ser revaluado de manera mensual por parte del analista encargado del mismo.

**2.16.5. Ubicaciones de picking antes de la implementación de la propuesta de mejora**

En la actualidad, para ubicaciones de picking para familias de tipo fideos y aceites se cuentan con 39 ubicaciones definidas, de las cuales la mayoría no siguen una secuencia lógica, por ejemplo, existen cinco ubicaciones de picking en el pasillo 20, dos en el pasillo 14, cinco en el pasillo 11 y el resto en el pasillo 12 y 13, pero donde se visualizan huecos de ubicaciones que están siendo usadas por otras operaciones. Esta distribución se puede observar en la figura 2.24.

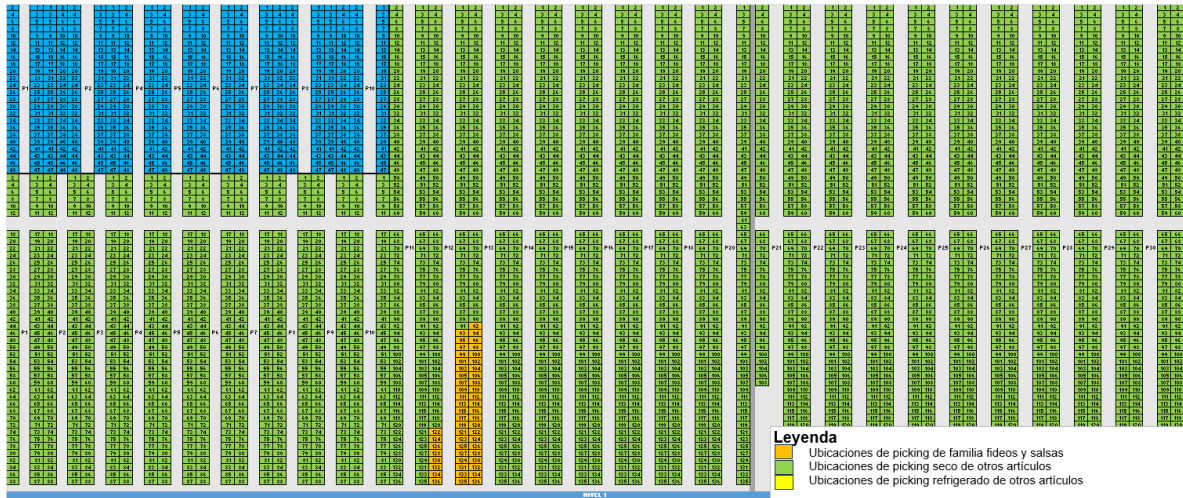


**Figura 2.24 Ubicaciones de picking antes de aplicar la propuesta de mejora para la familia de fideos y aceites**

Fuente: Autor

### 2.16.6. Ubicaciones de picking después de la implementación de la propuesta de mejora

Para mejorar el flujo de picking y el orden de la ruta, se consolidaron todas las ubicaciones de forma descendente, desde la ubicación 135 y 134 hacia al fondo del pasillo, máximo hasta la ubicación 65. En la figura 2.25 se visualizan las ubicaciones del nivel 1 del almacén, donde las resaltadas en verde corresponden a almacenamiento en seco, las resaltadas en azul a almacenamiento temperado, y las resaltadas en naranja corresponden a las ubicaciones de picking asignadas para las familias fideos y aceites.



**Figura 2.25 Propuesta de ubicaciones de picking a asignar para la familia fideos y aceites**

Fuente: Autor

Las ubicaciones de nivel 2 al nivel 8 corresponden a ubicaciones de reserva para todo el almacén en general, como se puede ver en la figura 2.26, donde no hay ubicaciones de picking asignadas.





debido a que son utilizados por otros supervisores que atienden a otros clientes dentro del mismo almacén.

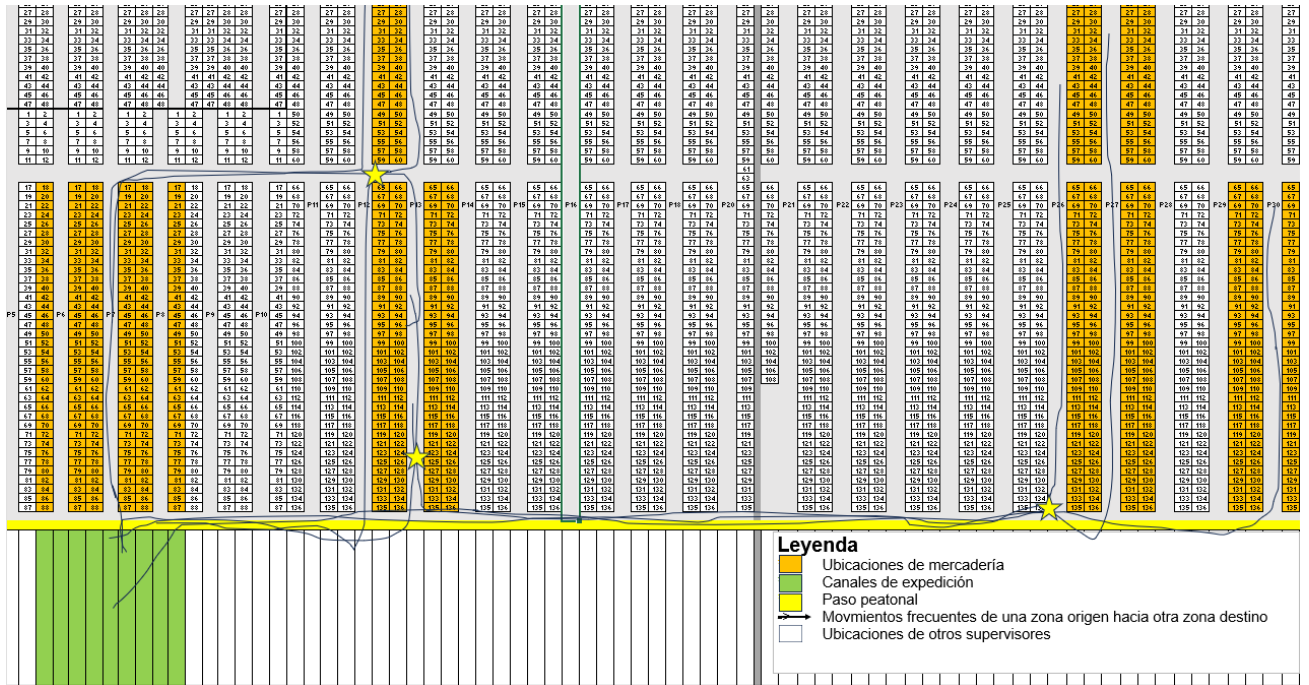
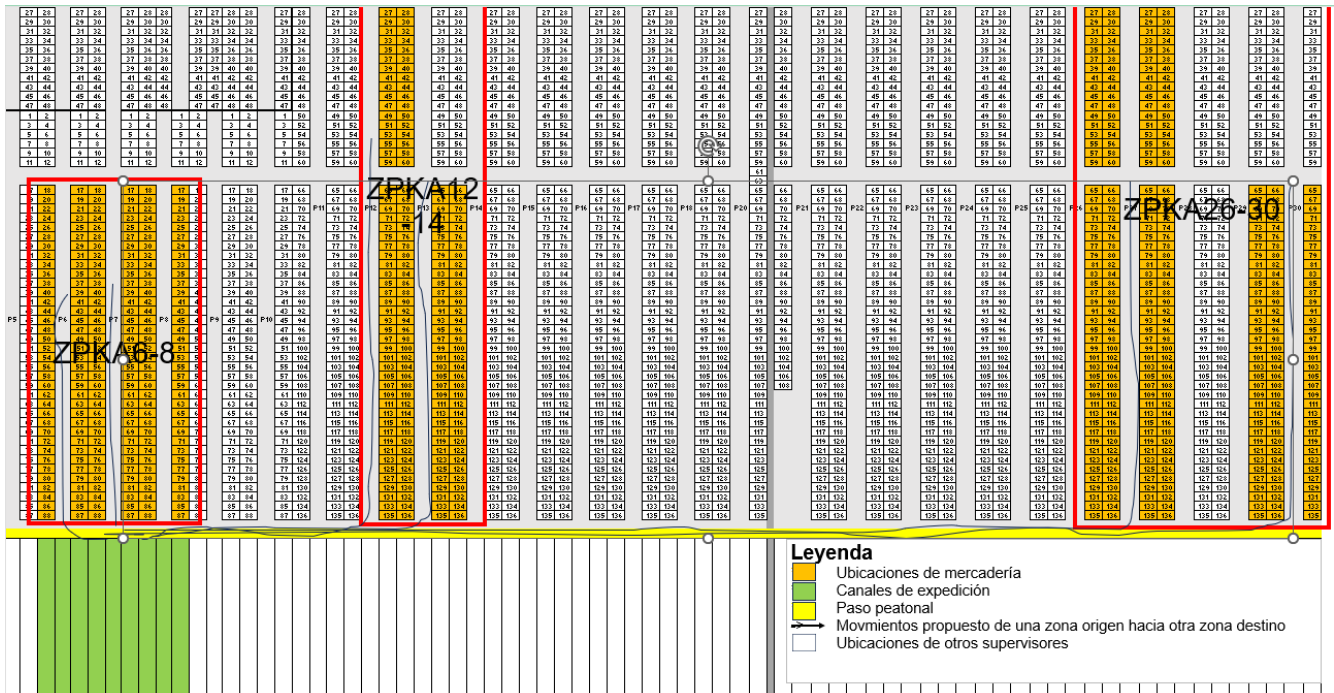


Figura 2.28 Diagrama de espagueti del movimiento entre zonas antes de implementación de mejora

Fuente: Autor

En la figura 2.28 se observa que para las zonas de almacenamiento de mercadería están conectadas de manera directa. Esto genera para un pedido en preparación que un equipo deba visitar cada zona de manera obligatoria, así mismo si se generan tareas cuando aún existen tareas de preparación pendientes, por diseño del sistema, el usuario debe regresar a una zona previamente terminada y realizar las nuevas tareas que fueron generadas, y de ahí puede continuar con las tareas que estaba previamente trabajando, este movimiento hace al operador menos eficiente y a su vez alarga el tiempo que le toma al pedido en prepararse con respecto al estimado establecido. Existen tres mayores puntos de conexión, el primero es en el túnel del pasillo 12 donde se juntan equipos que terminan tareas del pasillo 6 al 8 y se dirigen al pasillo 12 o 13. El segundo es en la entrada del pasillo 13, que son equipos que están ingresando del pasillo 6 al 8 pero por la parte frontal, y de equipos que vienen del pasillo 26 al 30 que están completando tareas pendientes. La tercera corresponde a la entrada al pasillo 26, donde están saliendo los equipos que terminan tareas del pasillo 26 al 30 y están llegando los equipos que terminaron tareas en los pasillos anteriores del 6 al 8 y 12 al 13.





**Figura 2.29 Diagrama de espagueti del movimiento entre zonas después de la implementación de mejora**

Fuente: Autor

Para solucionar este problema de recorridos entre zonas, se configuró en el sistema WMS por parte del key user del almacén tres zonas mayores: la zona ZPKA6-8 y ZPKA12-14 comparten las familias de fideos y aceites de modo que una zona no esté conectada de manera directa con otra dentro del almacén, esto para impedir que un operador abandone su zona establecida y únicamente realice tareas asignadas en dicha zona. Esto permite distribuir mejor al equipo, ya que se trabajará con varios pedidos por equipo en cada zona, contrario a lo que se venía normalmente trabajando donde un equipo prepara un solo pedido a la vez recorriendo todo el almacén, empezando desde el pasillo 6 hasta el pasillo 30. En el caso de que una zona no disponga de tareas de preparación, el equipo disponible estará de apoyo para los demás equipos en zonas con tareas pendientes, ya sea realizando preparaciones físicas o traslados desde la ubicación de depósito que se encuentra al comienzo de cada pasillo hacia los canales de expedición. El nuevo movimiento se ve reflejado en la figura 2.29, donde aún existen conexiones en el pasillo 26 pero únicamente de equipos que están empezando o terminado de hacer tareas en la zona ZPKA26-30.

Para evitar que los operadores ingresen con equipos de traslado por la parte delantera, se colocó al inicio de cada pasillo una señalética que indica el inicio y el fin de una zona de picking (figura 2.30), donde se hará preparación física con equipos como transpaleta eléctricas o manuales. Además de evitar la congestión de los equipos en los pasillos, también facilita que los montacarguistas realicen reabastecimientos sin que un asistente o

supervisor les de la orden, lo que permite tener las ubicaciones de picking siempre llenas y listas para los pedidos.



**Figura 2.30 Rotulado para identificar zonas de picking en almacén**

Fuente: Autor

### **2.16.9. Capacitación al responsable de la zonificación de almacén**

Se capacitó al mismo analista de inventario que realizará el ABC de los artículos del almacén para que lleve a cabo esta función. La capacitación se realizó en las oficinas del almacén por dos horas diarias por dos días consecutivos. El pensum de la capacitación incluyó: definición de ubicaciones y zonas dentro del sistema, verificación de movimientos por zonas, revisión de recorridos y orden de las tareas, análisis de resultados de recorridos, implementación y actualización en sistemas de zonas y recorrido de generados por las tareas dentro de una zona.

La capacitación fue impartida por el coordinador de la bodega y el key user del almacén.



## CAPÍTULO 3

### 3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Una vez culminada la implementación de las propuestas de mejora, se levantó la data del mes de enero 2024 para comparar los resultados obtenidos y se diseñó los indicadores correspondientes para poder llevar el control respectivo.

#### 3.1. Resultados de tiempos promedio de preparación de pedidos por canal de despacho

En la tabla 3.1 se presentan los tiempos promedios de preparación de pedidos antes y después de implementarse la propuesta de mejora.

**Tabla 3.1**

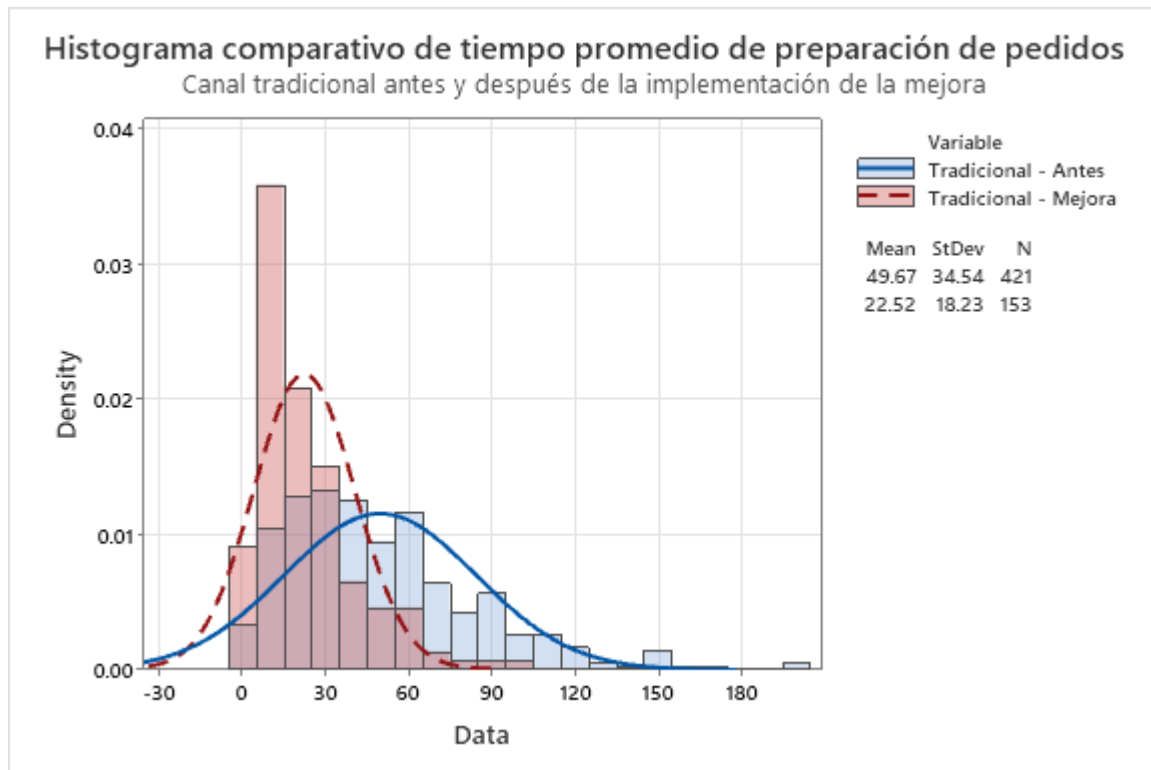
**Tabla comparativa de los tiempos promedio de pedido**

Canal	Tiempo promedio por pedido		
	Antes	Después	Porcentaje de reducción
<b>Tradicional</b>	49:00	22:00	55%
<b>Moderno</b>	41:00	26:00	37%

Fuente: Autor

Se observa que, para el canal tradicional, el tiempo promedio por pedido previo a la implementación de la mejora era de 49 minutos, pero con la mejora se logró reducir a 22 minutos o lo que equivale a una reducción del 55%. Para el canal moderno, el tiempo promedio por pedido era de 41 minutos y con la mejora se logró reducir este tiempo a 26 minutos, que corresponde a una disminución del 37%, en comparación al tiempo promedio antes de la mejora.

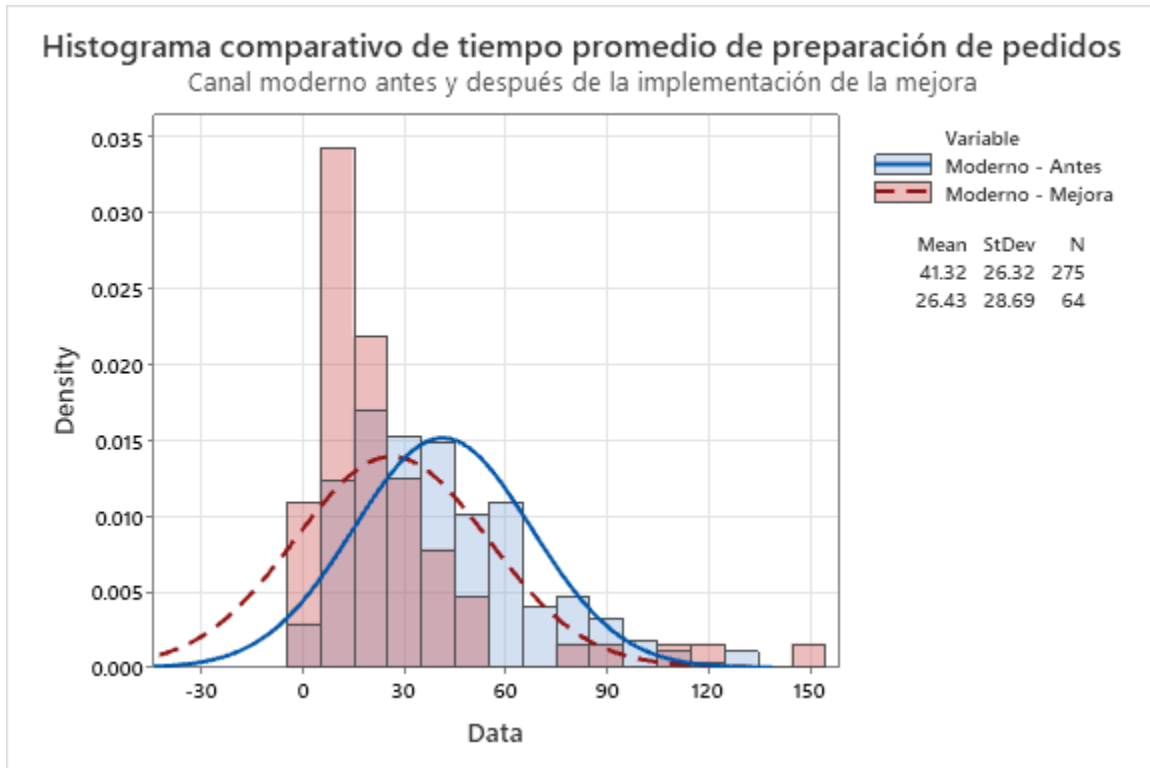
Para visualizar la distribución de los tiempos de pedidos se realizó un histograma para los tiempos de pedido para el canal de despacho tradicional y moderno.



**Figura 3.1 Histograma comparativo de tiempo de pedidos para el canal de despacho tradicional**

Fuente: Autor

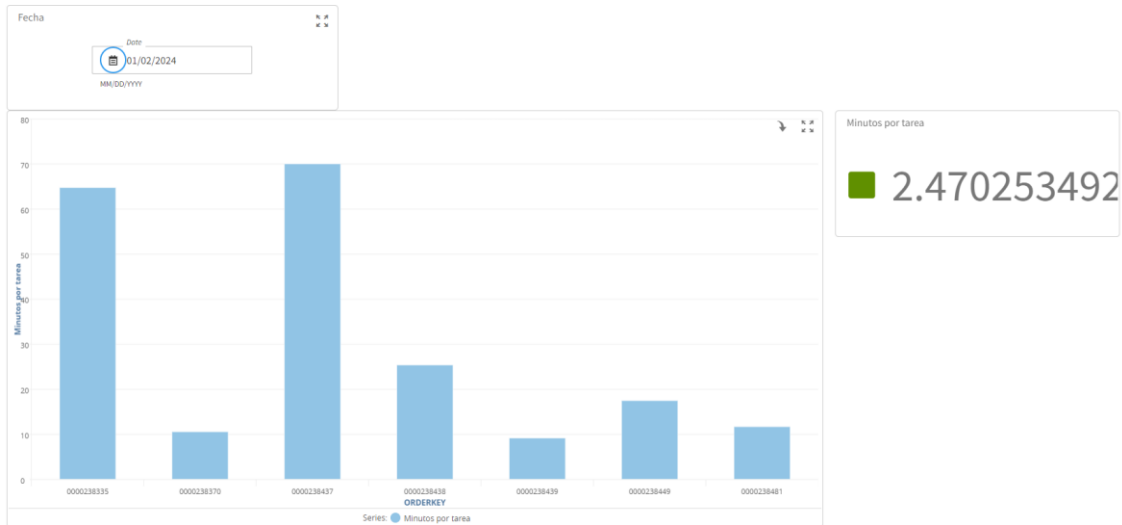
En la figura 3.1 en el histograma comparativo para el canal tradicional se logró una disminución del promedio de 49.67 minutos a un nuevo promedio de 22.52 minutos, el cual está dentro de la meta establecida de 23 minutos en promedio. La desviación estándar para el tiempo promedio con las mejoras implementadas es menor a la anterior, lo que indica que existe una menor variabilidad en los tiempos de preparación.



**Figura 3.2 Histograma comparativo de tiempo de pedidos para el canal de despacho moderno**

Fuente: Autor

En la figura 3.2 el histograma comparativo para el canal moderno se logró una disminución del promedio de 41.32 minutos a un nuevo promedio de 26.43 minutos, el cual no alcanzó a llegar a la meta de los 23 minutos, pero se redujo en un 37%. También se observa que la desviación estándar del tiempo de promedio de preparación ha aumentado ligeramente (de 26.32 a 28.69), por lo que existe una mayor variabilidad en los tiempos de pedido.



**Figura 3.3 Indicador en sistema para controlar los tiempos por tareas**

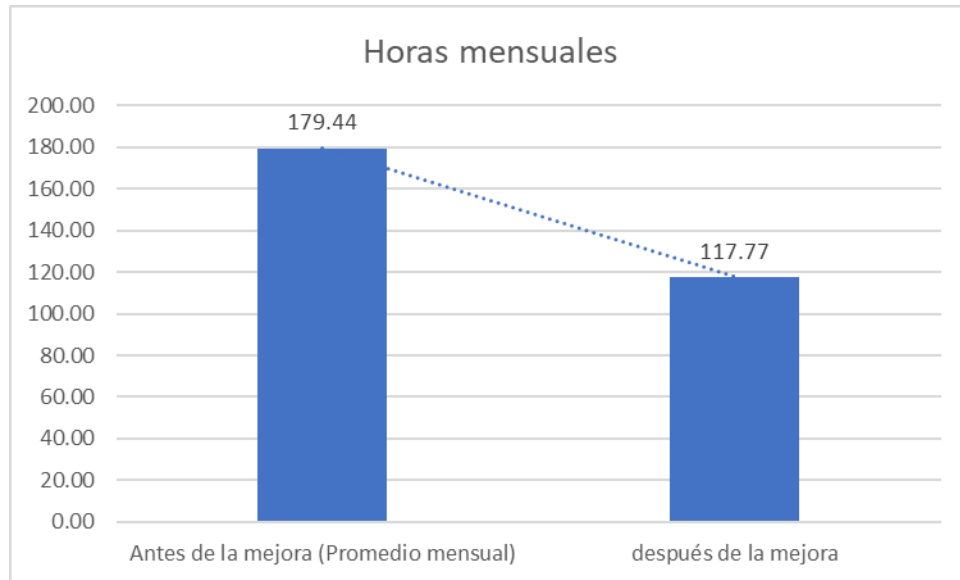
Fuente: Autor

Para llevar un mejor control del tiempo tomado para realizar las tareas en un día, se generó un indicador dentro del sistema WMS como se muestra en la figura 3.3. Este indicador permite visualizar el tiempo total del pedido y la meta del tiempo promedio por tarea de recorrido al que un operador debe llegar (en el recuadro minutos por tarea); si el equipo está por debajo de la meta establecida de 4 minutos por tarea, el indicador marcará de verde, caso contrario si el tiempo promedio es superior al meta este se marcará de rojo.

Con la ayuda del indicador, el supervisor o el asistente a cargo de la operación de preparación de pedidos puede tomar decisiones que permiten agilizar los pedidos que llevan mucho tiempo sin finalizar o distribuir mejor al equipo a otras operaciones de otros supervisores en el caso de que los pedidos se finalicen antes de lo previsto sin afectar los pedidos siguientes del mismo día.

### 3.2. Impacto financiero de la mejora

El impacto financiero del proyecto fue evaluado con respecto al tiempo promedio de preparación de pedidos que se obtuvo en el mes de enero del 2024, con respecto al tiempo promedio de los meses de abril a junio del 2023.

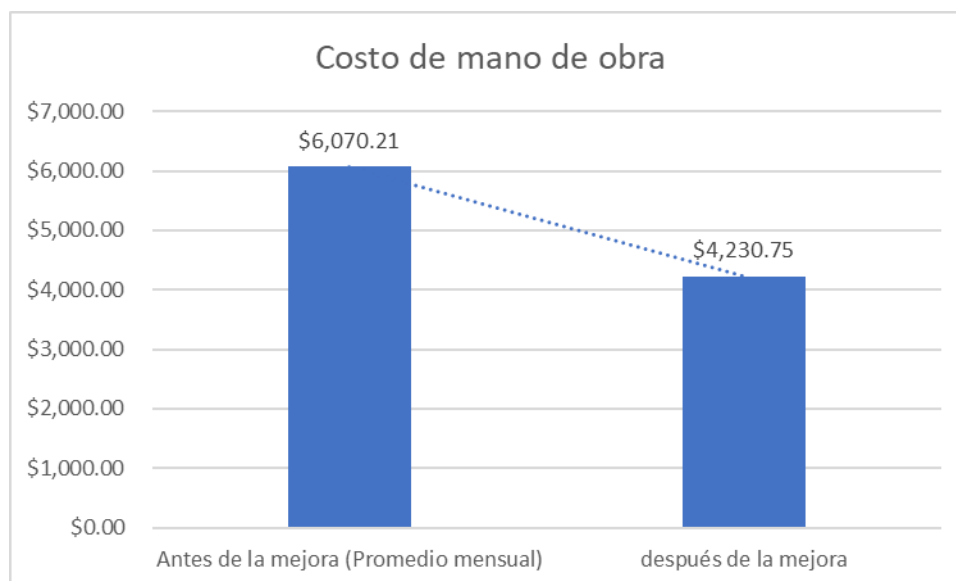


**Figura 3.4 Horas mensuales por preparación de pedido antes (promedio de abril a mayo 2023) y después de la mejora**

Fuente: Autor

En la figura 3.4 se muestra que el tiempo de preparación de pedidos para los meses de abril a mayo del 2023 era de 179 horas en promedio, con la implementación del proyecto se logró bajar este número a 117 horas con respecto al mes de enero. La reducción de estas horas permite a la empresa reducir el costo por horas extras mensuales y/o utilizar estas horas para apoyo a otras operaciones dentro del almacén que necesiten personal adicional.

A continuación, se presenta el impacto con respecto al costo de mano de obra equivalente.



**Figura 3.5 Comparativo de costo de mano de obra antes (promedio de abril a mayo 2023) y después de la propuesta de mejora**

Fuente: Autor

En la figura 3.5 se observa que el costo de mano de obra de las 179 horas promedio de pedido mensual de antes de la mejora era de \$6070, con la mejora implementada se logró una reducción a \$4230 que corresponden a las 117 horas de preparación de pedido obtenidas en el mes de enero del 2024, con ahorro de \$1839 dólares mensuales, esto equivale un 30% de ahorro mensual estimado.

**Tabla 3.2**

**Análisis costo/beneficio del proyecto**

<b>Inversión</b>	\$ 375.00
------------------	-----------

Mes	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo	Días
Diciembre-23	\$ -	\$ 600.00	\$ 325.00	
Enero-24	\$ 1,839.42	\$ 600.00	\$ 1,564.42	22
Febrero-24	\$ 1,588.59	\$ 600.00	\$ 2,553.01	19
Marzo-24	\$ 1,672.20	\$ 600.00	\$ 3,625.21	20
Abril-24	\$ 1,839.42	\$ 600.00	\$ 4,864.63	22
Mayo-24	\$ 1,755.81	\$ 600.00	\$ 6,020.44	21
Junio-24	\$ 1,672.20	\$ 600.00	\$ 7,092.64	20
Julio-24	\$ 1,839.42	\$ 600.00	\$ 8,332.06	22

<b>Total beneficios</b>	\$ 12,207.06
<b>Total costo + inversión</b>	\$ 5,175.00

Beneficio/Costo	2.36
-----------------	------

Fuente: Autor

**Tabla 3.3**

***Detalle de la inversión inicial***

Actividad	Costo	Observación
Capacitación sobre ABC de los artículos a analista de inventario	\$ 162.50	Se utilizaron 10 horas en total y dos capacitadores
Capacitación para la zonificación del almacén a analista de inventario	\$ 162.50	Se utilizaron 10 horas en total y dos capacitadores

Fuente: Autor

Se realizó el análisis costo beneficio del proyecto como se puede observar en la tabla 3.2, donde de una inversión inicial de 325\$ (detallada en la tabla 3.3), se calculó los beneficios estimados mensuales según el ahorro del costo de mano de obra mensual, donde para enero del 2024 fue de \$1839.42 donde se trabajó 22 días al mes, lo que equivale a un ahorro de \$83.61 diarios. En base a este valor diario, se estimó para los próximos meses según los días laborales. Los egresos mensuales equivalen al salario del analista de inventario para la operación. Con los beneficios y costos totales obtenidos, se obtuvo un valor del análisis de costo-beneficio de 2.36, siendo mayor a 1, lo que indica que el proyecto es rentable.

## CAPÍTULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Con el resultado obtenido se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El uso de herramientas de manufactura esbelta dentro del almacén permitió identificar las causas raíz de los problemas de los altos tiempos de preparación de pedidos y logró reducir estos tiempos de 34 minutos promedio por pedido a 23 minutos promedio por pedido. Estos tiempos promedios por pedido van a ser revisados por parte del analista de inventarios del almacén.
2. El uso del Value Stream Map permitió tener una mejor visión del proceso de preparación de pedidos, donde se identificaron oportunidades de mejora con sus acciones correspondientes y actividades que no generan valor, permitiendo un aumento de 22 a 25 pedidos diarios.
3. El análisis del diagrama de causa y efecto facilitó la identificación y clasificación de las causas de los altos tiempos de preparación de pedido, para posteriormente ser complementado con la matriz de causa efecto y la matriz de ponderación de causas potenciales para determinar las causas que fueron el foco de la implementación de la mejora y por ende el resultado de la reducción en los tiempos de preparación de pedido.
4. La aplicación de una clasificación ABC dentro del almacén para calcular las ubicaciones de picking requeridas permitió obtener mejoras en los tiempos de preparación de pedidos.
5. El uso del diagrama de espagueti para identificar los cruces entre las zonas del almacén permitió tener una mejor visión de los principales problemas que se generan durante los recorridos de un pedido, lo que permitió definir una mejor zonificación de los artículos.
6. Los indicadores de gestión operativa permiten al equipo de trabajo visualizar el avance del día a día de manera simple y precisa, por lo que, los supervisores y asistentes toman acciones al momento para corregir los problemas en los procesos de preparación de pedido.

#### 4.2. Recomendaciones

1. Aplicar la metodología ABC para el resto de las familias de artículos dentro del almacén permitirá mejorar aún más la reducción de los tiempos de preparación de pedidos de manera global.
2. En el canal moderno, los tiempos promedio de preparación de pedidos tienen mayor variabilidad con respecto al promedio anterior, por lo que se requiere que el analista de inventario o el supervisor analicen el proceso físico y encuentren que ocasionó este aumento y poder corregirlo para el análisis de los meses futuros.



3. Se debería lograr que el resto de las operaciones del almacén aprovechen los resultados del proyecto y realice implementaciones de mejoras similares a la que se obtuvo en este proyecto.
4. Es necesario que los demás analistas del almacén estén familiarizados con la capacitación que se brindó al analista que realizó la zonificación y el ABC de este proyecto.
5. Lograr estandarizar los procesos de ABC y zonificación de almacén para que esta mejora se mantenga a largo plazo y se articule en la cultura de la empresa.
6. Las otras causas potenciales que fueron identificadas dentro del proyecto deberían ser evaluadas para encontrar nuevas oportunidades mejora.

## BIBLIOGRAFÍA

- C., F., & Garcia, P. (2004). *Applying Lean Concepts in a Warehouse Operation*. Bristol, USA: Director, Business Solutions & Engineering Services.
- Ccasihue S., Y. P. (2019). *Propuesta de mejora para reducir el tiempo de entrega de despacho de una empresa comercial empleando Lean Manufacturing*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3444/Yasmin%20Ccasihue\\_Raul%20Pareja\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3444/Yasmin%20Ccasihue_Raul%20Pareja_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Marques, P. A., Jorge, D., & Reis, J. (2022). Using Lean to Improve Operational Performance in a Retail Store and E-Commerce Service: A Portuguese Case Study.
- Sharma, S., & Shah, B. (2016). *Towards lean warehouse: transformation and assessment using RTD and ANP*. Bradford: Emerald Publishing.
- Srisuk, K., & Tippayawong, K. Y. (2020). Improvement of raw material picking process in sewing machine factory using lean techniques. *Warsaw*.