



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA, PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO**

Kevin Antonio Arriaga Garzo

Asesor por el Msc. Lic. Juan Pablo Navas Carranza

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA, PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN ANTONIO ARRIAGA GARZO

ASESORADO POR EL MSC, LIC. JUAN PABLO NAVAS CARRANZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Inga. Nora García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA, PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 14 de enero de 2022.

Kevin Antonio Arriaga Garzo



EEPFI-PP-0270-2022
Guatemala, 14 de enero de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Excelencia operacional**, presentado por el estudiante **Kevin Antonio Arriaga Garzo** carné número **201602401**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

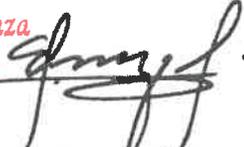
"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Juan Pablo Navas Carranza
Asesor(a)

Lic. Juan Pablo Navas Carranza
Administrador de Empresas
Colegiado 17,593


Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0270-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO**, presentado por el estudiante universitario **Kevin Antonio Arriaga Garzo**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

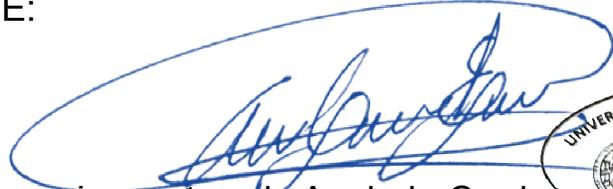
Guatemala, enero de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.329.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA, PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO**, presentado por: **Kevin Antonio Arriaga Garzo**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la vida, su bendición y la oportunidad de alcanzar esta meta.
Virgen María	Porque siempre cuento con su intercesión y bendición.
Mis padres	Evelyn García y Walberto Arriaga por su apoyo incondicional en todos los aspectos, ustedes forman parte de este éxito.
Mis hermanos	Randy, Jessica y Cristian Arriaga por hacer que la vida sea más agradable con su compañía y que, este triunfo sea un ejemplo para ustedes.
Mi tía	Vilma García por su apoyo y cariño, ha sido como una segunda madre, la quiero mucho.
Toda mi familia	Que de alguna manera ha sido parte motivadora para alcanzar mis logros.
Mi novia	Por su amor y apoyo.
Mis amigos	Que Dios los bendiga y les permita alcanzar sus sueños.

AGRADECIMIENTOS A:

Maestro, Lic. Juan Navas	Por su tiempo, apoyo y disposición en la asesoría de este trabajo de graduación.
Docentes EMI y EEP	Por todos los conocimientos académicos y profesionales brindados a lo largo de mi carrera, los cuales han forjado al profesional que soy hoy en día.
Facultad de ingeniería	Por todas las experiencias vividas en esta poderosa facultad.
Escuela de estudios de postgrado de ingeniería	Por la gestión y compromiso en impartir cursos con personal altamente capacitado y vasta experiencia, así, como la gestión y apoyo para la graduación de los estudiantes en modalidad pregrado-postgrado.
Sección socioeconómica, estudiantil, USAC	Por todo el apoyo brindado a lo largo de mi carrera y por ser un motor de empuje motivacional. Los programas que llevan a cabo permiten a muchos a alcanzar sus sueños y a formarse como mejores profesionales.
USAC	Casa de estudios que me ha visto y permitido forjar como un profesional.

Mi persona

Sin el compromiso, el esfuerzo, los sacrificios y la constancia no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XVII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1. Contexto y descripción del problema.....	11
3.2. Preguntas de investigación.....	13
3.2.1. Pregunta central	13
3.2.2. Preguntas auxiliares	13
3.3. Delimitación	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	19
5.1. General.....	19
5.2. Específicos	19
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	21

7.	MARCO TEÓRICO	27
7.1.	Logística.....	27
7.1.1.	Historia de la logística	27
7.1.2.	Definiciones de la logística	27
7.1.3.	Objetivo de la logística	28
7.2.	Cadena de suministro	29
7.2.1.	Historia	29
7.2.2.	Objetivos	30
7.2.3.	Estructura	31
7.2.3.1.	Materia prima	33
7.2.3.2.	Producción	33
7.2.3.3.	Transporte.....	33
7.2.3.4.	Ventas	33
7.2.3.5.	Distribución.....	34
7.3.	Centro de distribución	34
7.3.1.	Áreas de un centro de distribución	35
7.3.1.1.	Carga y descarga.....	36
7.3.1.2.	Área de almacenamiento.....	36
7.3.1.3.	Área de preparación de pedidos	36
7.3.1.4.	Área de expedición.....	36
7.3.1.5.	Área de oficinas.....	37
7.4.	<i>Picking</i>	37
7.4.1.	Eficiencia en el <i>picking</i>	38
7.4.2.	Equipos, <i>picker</i> a material	39
7.4.3.	Equipos, material a <i>picker</i>	39
7.4.4.	Diseño	40
7.4.5.	Organización	40
7.4.6.	Localización de los materiales.....	42
7.4.7.	Reabastecimiento.....	42

7.4.8.	Comunicación con el <i>picker</i>	43
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	45
9.	METODOLOGÍA.....	47
9.1.	Características del estudio	47
9.1.1.	Enfoque	47
9.1.2.	Alcance.....	47
9.1.3.	Diseño	48
9.2.	Unidad de análisis	48
9.3.	Variables.....	48
9.4.	Fases del estudio	51
9.4.1.	Fase 1: revisión documental.....	51
9.4.2.	Fase 2: análisis del proceso actual de preparación de pedidos	51
9.4.3.	Fase 3: análisis de la infraestructura	52
9.4.4.	Fase 4: diagnóstico de las herramientas utilizadas	52
9.4.5.	Fase 5: diseño de instrumentos de recolección de información	52
9.4.6.	Fase 6: diagnóstico de inconformidades en el <i>picking</i>	53
9.4.7.	Fase 7: definición de puntos de control	53
9.4.8.	Fase 8: establecimiento de los límites de tolerancia en las inconformidades	54
9.4.9.	Fase 9: desarrollo de un sistema de monitoreo de los puntos de control.....	54
9.4.10.	Fase 10: definir acciones correctivas.....	54
9.4.11.	Fase 11: diseñar un sistema de <i>picking</i>	55

9.4.12.	Fase 12: establecer herramientas a utilizar en el nuevo diseño	55
9.4.13.	Fase 13: desarrollar un plan de capacitación	55
9.5.	Resultados esperados.....	56
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	57
11.	CRONOGRAMA	61
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	63
12.1.	Presupuesto	63
13.	REFERENCIAS	65
14.	APÉNDICES	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ajustes por errores en la preparación	17
2.	Esquema de solución	25
3.	Flujo de la cadena de suministro.....	30
4.	Dimensionamiento estructural.....	32
5.	Ejemplo de una estructura de SCM	32
6.	Proceso de CD.....	34
7.	Áreas de un CD.....	35
8.	Cronograma.....	61

TABLAS

I.	Ajustes por errores en la preparación	16
II.	Unidad de análisis	48
III.	Presupuesto	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje

GLOSARIO

Acciones correctivas	Procedimiento que se debe realizar al ocurrir una desviación en el proceso u operación.
AGV	Vehículos Guiados Automáticamente.
Almacén	Espacio físico utilizado para el almacenamiento de bienes.
Artesanal	Proceso realizado de forma manual.
ASRS	Sistema de Recuperación y Almacenamiento Automatizado.
Batch	Procesamiento por lotes.
Cadena productiva	Conjunto de operaciones sistemáticas y organizadas para la transformación de bienes en productos finales mediante la utilización de tecnología.
Calidad	Conjunto de propiedades que caracterizan a un bien y permite valorarlo y contrastarlo contra sus semejantes.

Carruseles verticales	Es una estructura en cuyo interior rotan, verticalmente, una serie de entrepaños, perchas, entre otros, en los cuales se aloja la mercancía.
CD	Centro de Distribución.
Check list	Lista de chequeo.
Competencia	Rivalidad por la superioridad en el mercado.
Costes directos	Fácilmente asignable al producto o servicio.
Costes indirectos	Afecta a diferentes productos o servicios, por lo que debe utilizar algún criterio de asignación.
Costos operativos	Costos necesarios para mantener en marcha una línea productiva o ejecución de un proyecto.
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i> (Consejo de Profesionales de la Gestión de la Cadena de Suministro).
Curva de aprendizaje	Tiempo que debe transcurrir para realizar de manera eficiente una tarea.
Deficiencia	Incapacidad para cumplir de manera correcta la ejecución de una tarea.
Demanda	Cantidad de bienes que requiere el mercado.

Descatalogar	Dejar de comercializar un producto o servicio.
Eficiencia	Capacidad para cumplir de manera correcta la ejecución de una tarea.
Embalaje	Recipiente que contiene productos temporalmente para su manipulación, transporte y almacenaje.
Estantería	Estructura que permite colocar mercadería en altura.
Fecha de caducidad	Fecha máxima para consumo propuesto.
Filmador	Maquinaria que envuelve automáticamente en <i>stretch film</i> (película de plástico) producto paletizado.
Flota	Conjunto de vehículos de transporte.
Indicador	Unidad de medición que permite evaluar el rendimiento de los procesos.
Infraestructura	Conjunto de elementos que forman parte de una instalación para la realización correcta de una actividad.
Layout	Diseño o esquema de distribución de piezas, elementos y equipos dentro de un área determinada y medida.

Límite de tolerancia	Condición máximo que se percibe como bueno y seguro.
Método	Procedimiento sistemático y racional establecido para la realización de un proceso.
MP	Materia Prima.
Muelles de carga y descarga	Lugar físico donde se adhieren las unidades de transporte para la carga o descarga de mercadería.
<i>Multisuttle</i>	Sistema de lanzadera para el almacenamiento automatizado
Operación	Cada una de las tareas que se llevan a cabo dentro de un proceso.
Operarios	Persona que realiza una actividad manual, con esfuerzo físico.
Optimizar	Elección de la mejor opción para obtener los mejores resultados.
Orden de compra	Pedido de productos o servicios generado por el cliente.
Organizar	Preparar lo necesario para la consecución de algún objetivo tomando en cuenta todos los detalles.

Paletizadoras	Sistema automático complejo con el que se coloca mercancía encima de un <i>pallet</i> .
<i>Pallet</i>	Unidad de manipulación.
<i>Pick to light</i>	Sistema de estanterías con iluminación en <i>leds</i> y <i>display</i> en los huecos asignados a cada producto, estos guían por medio de la visión a los operarios en todo el proceso de preparación.
<i>Picker</i>	Persona encargada de realizar la actividad de preparación de pedidos.
<i>Picking</i>	Preparación de pedidos.
Picos de trabajo	Demanda alta.
Planificar	Crear un plan para lograr un objetivo.
Planilla	Cantidad de personal que ocupa un puesto en la empresa.
<i>Porta pallet</i>	Herramienta para transportar bienes paletizados.
Proceso	Conjunto de tareas realizadas de manera sistemática e interrelacionadas entre sí, que juntas, transforman materia prima en producto terminado.

Productividad	Relación entre productos/servicios obtenidos e insumos utilizados.
PTL	<i>Pick to Light.</i>
Puntos críticos de control	Fase del proceso en el que se debe aplicar un control para minimizar o eliminar la posibilidad de un peligro que puede afectar la seguridad de un producto.
<i>Put to light</i>	Sistema de preparación de pedidos por medio de <i>display</i> que guían a los operarios y les indican donde depositar los artículos que conformaran cada pedido.
<i>Rack</i>	Sistema de estanterías que permite el almacenamiento de grandes volúmenes de mercadería.
Radiofrecuencia	Dispositivo lector vinculado a un detector activo, que se comunica a través de una antena y mediante ondas de radio, con una etiqueta electrónica o tag adherida a un objeto y, generalmente, pasiva.
Rentabilidad	Diferencia entre los beneficios y la inversión.
SAP	<i>Systems, Applications, Products in Data Processing</i> (Sistemas, aplicaciones, productos en procesamiento de datos).
SCM	Gestión de la Cadena de Suministro.

SKU	<i>Stock Keeping Unit</i> (Unidad de Mantenimiento en Almacén).
Socio comercial	Alianzas con otra empresa.
Sorting	Clasificar, ordenar o categorizar bienes con base en algún criterio.
Stock	Conjunto de bienes almacenados.
Tiovivo	Plataforma giratoria.
Trazabilidad	Histórico de la ubicación y trayectoria de un producto o lote de productos en toda la cadena de suministros en un momento dado.
UMP	Unidad de Manipulación de Producto.
Utilidad	Ganancia económica obtenida de cualquier actividad.
Ventaja competitiva	Características que le permiten a una empresa estar por encima de su competencia en un mercado determinado.
Vertical Lift Modules	Arreglo interno de bandejas o charolas, alimentadas y desalimentadas por un robot preciso que, mediante una orden, guarda o entrega en una ventanilla ergonómicamente dispuesta, los pedidos solicitados;

actualizando en tiempo real dicha transacción y los inventarios.

Voice picking

Sistema de preparación de pedidos por voz.

RESUMEN

El *picking* o preparación de pedidos es un proceso que permite la recolección de SKU's y consolidarlos para cada cliente según su orden de compra. Las actividades que conforman este proceso son sumamente sencillas, tanto como, tomar, colocar y consolidar materiales en una ubicación determinada, pero al tratarse con una gran variedad de SKU's y una gran cantidad de órdenes de compra, o bien, órdenes de compra con una gran cantidad de SKU's solicitados, el proceso se torna complejo y se necesita una buena coordinación, logística y equipo para ser eficientes.

En todo centro de distribución el *picking* es una de las actividades principales realizadas y que representan uno de los costos más elevados de bodega. La inflación de los costos puede estar relacionado con muchas variables, algunos ejemplos: ordenación de SKU's en bodega inadecuado, lo que resulta en una búsqueda tediosa de cada material por parte del preparador, elevando los costos de mano de obra; SKU's ubicados en lugares poco accesibles para el preparador; operación de reabastecimiento incorrectamente coordinada, o bien, esta operación ni si quiera se ha incluido dentro del proceso. Todo lo anterior hace que el proceso de *picking* sea muy poco productivo y, adicional, provoca una serie de errores que no son identificados por el preparador, pero que el cliente no pasa por alto:

- Falta o sobra un SKU
- Se entrego una orden equivocada
- La cantidad está equivocada
- El producto no tenía la calidad adecuada

Para poder minimizar todos estos errores existe una diversidad de herramientas tecnológicas que permiten tener un proceso de *picking* automatizado o semi automatizado, incrementando los niveles de productividad, minimizando costos de operación, eliminando los costos de oportunidad por incumplimiento o fallos en las ordenes solicitadas por los clientes y, además, le permite al preparador estar más concentrado y contento con su trabajo evitando el estrés mental. Estas herramientas de automatización se deben acoplar a las necesidades del proceso de cada empresa, de tal manera, que pueda maximizarse la productividad. Adicional a todo lo anteriormente mencionado, un *picking* deficiente da como resultado un inventario sumamente descuadrado, la optimización del proceso de preparación permitirá controlar los inventarios de bodega.

1. INTRODUCCIÓN

La sistematización busca organizar un conjunto de elementos de manera lógica, de tal manera que pueda lograrse algún objetivo, esa es la perspectiva del presente trabajo, que mediante el ordenamiento adecuado y preciso pueda establecerse un sistema de automatización del *picking*, para el incremento de la eficiencia del proceso, para un centro logístico ubicado en la zona 12, Ciudad de Guatemala, empresa dedicada a la distribución de alimentos de consumo masivo.

Actualmente la empresa distribuye alimentos a lo largo y ancho del territorio nacional, con una diversidad de clientes y canales de distribución, que va desde clientes mayoristas que solicitan varios furgones de producto, hasta clientes a detalle, como las tiendas de barrio. En su área de *picking*, cuenta con diferentes líneas de preparación, que se separa por zonas, donde cada zona alberga diferentes productos segmentados por diferentes criterios como, peso, embalaje, rotación en ventas y detalle. En cada zona se encuentra asignado personal especializado para el área en efecto, por ejemplo, para la zona de preparación a detalle, los pedidos lo preparan mujeres, debido a que las mujeres tienen una mayor capacidad para captar los detalles que los hombres.

La empresa funciona como matriz de distribución, desde ella se envían productos a otros CD's ubicados en el interior del país, para su posterior distribución a los diferentes clientes. La materia prima utilizada para la preparación de los diferentes pedidos se obtiene de diferentes proveedores, el más fuerte pertenece a la misma corporación de la empresa, los demás proveedores son socios comerciales que utilizan los servicios de la empresa para su almacenaje y distribución. Dentro del centro de distribución, objeto de estudio,

existen dos áreas, una dedicada al despacho de clientes especiales (pedidos en unidades de furgón o camión) y la otra dedicada al despacho de clientes minoristas (pedidos en unidades de camión y/o panel), en esta última área se enfocarán los esfuerzos de investigación, que es donde mayor oportunidad de mejora existe para el proceso de *picking* debido al detalle en la preparación.

En los últimos meses las inconformidades en el inventario, producto de las deficiencias del proceso de preparación, han ascendido a miles de quetzales que deben ajustarse por productos faltantes, sobrantes o cruces de los mismos, esto además de representar un costo económico para la empresa, representa un costo de oportunidad, dado que al cliente no se le pasa por alto las inconformidades del pedido que recibió en contraste con lo que solicitó, dando lugar a reclamos, descontentos y brechas para la entrada de la competencia.

La aplicación de herramientas que permitan automatizar el proceso de *picking* permitirá cerrar las brechas que actualmente se tienen por un proceso artesanal, minimizando los costos ocasionados por malos despachos y disminuyendo el costo de oportunidad que estos representan. Lo anterior se verá reflejado en un aumento de la eficiencia del proceso de preparación. Para realizar la aplicación de herramientas se adecuará el medio laboral, diseñando un nuevo *layout*, que garantice que las herramientas implementadas aumenten la eficiencia del proceso de *picking*.

El informe final estará compuesto por cinco capítulos descritos de la siguiente manera:

En el capítulo uno se presentan los antecedentes que soportarán la investigación y que asegurarán la factibilidad y viabilidad del objetivo planteado

en este trabajo de investigación, mismos que serán recopilados de investigaciones previas e implementaciones en empresas alrededor del mundo.

En el capítulo dos se presentará la base teórica, que permitirá conocer a grandes rasgos los factores de un proceso de *picking* eficiente, los posibles métodos a utilizar y ejemplos de herramientas que actualmente existen en el mercado y que permiten la automatización y mejora de la eficiencia en la preparación de pedidos.

En el capítulo tres, se presentará el diagnóstico situacional de la empresa, donde, por medio de la investigación descriptiva del proceso de *picking*, se conocerá la situación de la empresa y se hará la búsqueda de oportunidades del proceso.

En el capítulo cuatro, se plasmarán los resultados de la investigación, buscando cumplir los objetivos específicos y, por ende, el cumplimiento del objetivo general que dio origen a este tema de investigación.

En el capítulo cinco, se presentará la discusión de los resultados de forma descriptiva, tomando en cuenta las variables cualitativas y cuantitativas que influyen la investigación y el diseño de investigación no experimental, concluyendo en el grado de consecución de los objetivos planteados.

2. ANTECEDENTES

En un centro logístico, específicamente en su bodega, existe una gran cantidad de operaciones que se realizan y que a la vez están conectadas entre sí, formando procesos, los cuales determinan la eficiencia del servicio que prestan. El proceso de *picking*, es una actividad clave de toda bodega en un centro de distribución, por medio de este proceso las organizaciones logran preparar y embalar las órdenes de compra de los clientes para posteriormente entregar a dichos clientes sus pedidos.

La implementación de herramientas para hacer más eficiente los procesos de *picking*, deben estar acompañadas de un análisis profundo que permita adecuar la herramienta al medio en el cual se aplicará. De modo que esta tenga éxito en el proceso y se cumpla el objetivo de maximizar la eficiencia.

En un caso real, se aplicó la herramienta *voice picking* como apoyo al embalado manual de pedidos, el procedimiento consistía en generar órdenes de compra, cargarlo a los teléfonos *voice picking* y estos por órdenes de voz guiaban a los operarios en toda la travesía del producto preparado, indicando que producto debían cargar a la UMP, debido a que no se había dado especial cuidado a adecuar el medio para la aplicación de la herramienta, el resultado fue no satisfactorio, ya que, generaba lentitud en el proceso de preparación, por lo que el personal del almacén en muy pocas ocasiones hacía uso de la herramienta. La lentitud del proceso se daba por los siguientes motivos:

- Las instrucciones dadas por el mando de voz se tornaban lentas entre cada cambio de producto.

- El ordenamiento del producto físico en bodega no coincidía con las instrucciones de producto que daba el teléfono *voice picking*, por lo que el personal caminaba varias veces de una esquina a otra en la línea de preparación para poder culminar una orden de compra.

Las razones anteriores fueron las principales causas por lo que la herramienta no tuvo éxito en su momento en el proceso de preparación.

Existen varias alternativas como herramientas para automatizar el *picking*, lo que tiene como objetivo reducir los errores en la preparación y maximizar la eficiencia del proceso de recolección. Mecalux (2021) desarrollo una investigación en la empresa Renault, lo que dio como resultado la automatización de su proceso de *picking* mediante la implementación de Vehículos Guiados Automáticamente (AGV), un robot autómatas que gestiona las líneas de montaje y la implementación de un sistema guiado por radiofrecuencia que guían a los operarios a recoger la cantidad precisa para cada pedido, todo esto con un sistema de gestión de almacén implementado específicamente para que el proceso tenga éxito.

En la empresa Renault fue necesario aplicar un conjunto de herramientas para automatizar su proceso y que el mismo fuera eficiente. En muchas ocasiones para obtener resultados satisfactorios se deben evaluar combinaciones de herramientas y, como anteriormente fue mencionado, la adecuación del medio.

En un proyecto de automatización de almacén de la empresa *Hayat Kimya*, Mecalux (2021) realizó su investigación y aplicó sus herramientas, en donde el jefe de logística de *Hayat Kimya*, comenta:

Hicimos una gran inversión en este almacén y estamos muy contentos de haber obtenido beneficios de inmediato. Hemos ahorrado mucho dinero con el cierre de almacenes externos y la creación de un almacén centralizado nos ha permitido prescindir del transporte entre las diferentes ubicaciones, actualmente las mercancías se mueven hacia cada proceso sin intervención humana. (p. 2)

Lo anterior fue un proyecto de automatización integral, ya que se instaló un edificio nuevo donde se incorporaron distintas herramientas, maquinaria y equipo para lograr un sistema de almacenaje y *picking* automatizado y eficiente. Este es un tipo de proyecto de gran inversión, pero con resultados excepcionales.

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes herramientas que sirven para automatizar los procesos, los que trasladan información por medio de luces son muy eficientes como lo comenta Neteris (2014), una de las herramientas que puede generar valor en el proceso de *picking* es *Pick to Light* (PTL), que consiste en un sistema de estanterías con iluminación en *leds* y *display* en los huecos asignados a cada producto, estos guían por medio de la visión a los operarios en todo el proceso de preparación, en la Empresa Farmacéutica Cantabria (IFC) se implantó esta herramienta permitiendo duplicar la rentabilidad de sus operarios y reducir prácticamente a cero los errores.

Actualmente, es sencillo identificar los beneficios que tiene la automatización de la preparación, Kyocera (2021) los enlista:

- Optimización del espacio físico productivo.
- Reducción del personal y, así, de sus costes directos e indirectos.

- Distribución más racional de turnos, rotaciones, descansos y vacaciones de nuestro personal logístico y de distribución.
- Detección prematura de futuros picos de trabajo, de problemas de desabastecimiento, etc.
- Sincronización del estado del inventario a tiempo real y en cualquier tipo de dispositivo móvil.
- Control efectivo de las partidas de productos imperfectos o con taras.
- Mejora en la priorización de envíos teniendo en cuenta su fecha de caducidad.
- Mejora a la hora de obtener información rápida, rigurosa y exacta sobre el origen y la trazabilidad de un producto o una partida de productos. (p. 4)

La automatización del *picking* es una inversión, ya que en el mediano plazo se refleja como una disminución de costos en el proceso, y esto figura en las ventajas que se enumeraron anteriormente.

Una empresa estadounidense realizó estudios sobre la automatización del *picking* y Vera y Aboitiz (2017) dentro de los resultados obtenidos, se destaca lo siguiente:

En la actualidad un 80 % de los centros de distribución opera de manera completamente manual, un 15 % con algún apoyo de automatización (orientado básicamente al traslado de mercadería) y sólo un 5 % ha logrado incorporar la automatización a sus operaciones (p. 5).

Según el monto de inversión Vera y Aboitiz (2017), indican en su artículo diferentes formas de automatización: “Existen diferentes alternativas de automatización: de baja inversión, que permiten dar los primeros pasos al mundo de la automatización, son aquellas herramientas de apoyo al proceso de *picking* manual, tales como *voice picking*, *pick/put to light* o carruseles verticales” (p. 7).

Por los antecedentes anteriormente señalados, se puede garantizar que existen indagaciones del tema anteriores a este trabajo, los mismos soportaran la base teórica que guiaran esta investigación al alcance de sus objetivos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente no existe tecnología que guíe a los operarios en el proceso de *picking*, este proceso es 100 % manual, lo que puede identificarse como una brecha para el incremento de la productividad.

3.1. Contexto y descripción del problema

La empresa fue fundada en 1965 y a lo largo de su historia ha tenido diferentes cambios, en 1994 por las oportunidades de crecimiento el área de distribución se separó de la empresa matriz, formándose el centro logístico que es objeto de estudio en este trabajo de investigación. En el centro logístico se consolidan todos los productos fabricados por planta así, como productos de socios comerciales que almacenan y distribuyen sus materiales por toda Guatemala a través de la empresa.

Actualmente en la organización, no se utiliza ninguna herramienta tecnológica que facilite el proceso de *picking* a los operarios, realizando la actividad completamente de forma artesanal, dado que como seres humanos siempre tenemos un factor de error, existe la oportunidad de mejora de diferentes aspectos relacionados a la preparación de pedidos, uno de los más importantes es el de tener un inventario sano, físico vs teórico (registros contables según SAP) ya que diariamente se manejan diferencias, las causas de estas diferencias pueden ser variadas, aunque la principal radica en el error humano. Las causas más comunes son:

- Deficiencia en el *picking*:

Diariamente se tiene ajustes por errores en la preparación ya que el personal prepara producto cruzado (semejante al solicitado), producto sobrante o producto faltante según los requerimientos del cliente, esto provoca descuadres de inventario, ya que no a todos los clientes a los cuales se despacha se tiene personal de bodega validando que el producto preparado coincida 100 % según lo requerido, esto puede ser una causa de la pérdida de producto en la bodega. Los clientes que actualmente tienen asignado personal de bodega para el chequeo de las cargas son: departamentales y periféricas. Los demás clientes no tienen validación de parte del personal de bodega a parte de la persona que preparó los pedidos (clientes: foráneos, mayoristas, preventiva, locales, independientes e institucionales, la validación de estas cargas está a cargo del personal de distribución, aunque se tiene la percepción de que cuando la carga lleva producto sobrante no se devuelve el producto a bodega), el motivo ha sido el factor tiempo, espacio y personal (costo).

- Personal insuficiente:

En reiteradas ocasiones ha sucedido que el personal no se encuentra completo en la operación, debido a enfermedad (en esta época, especialmente por la pandemia COVID-19), accidentes fuera del lugar del lugar de trabajo, renuncia o despido, en estos últimos dos casos, el tiempo de respuesta para cubrir las plazas es lento, lo que resulta en sobrecarga de trabajo para el personal que debe cubrir las plazas del personal faltante.

Una causa detectada que afecta el inventario, son los movimientos realizados en sistema y que no se han tomado en cuenta en la rebaja de este, ya sea porque el sistema no lo hizo automáticamente dado que el proceso no está

culminado o bien, por error humano de parte de los auditores, al no tomar en cuenta alguna orden de transporte.

Actualmente en la empresa se manejan más de 300 SKU's.

3.2. Preguntas de investigación

A continuación, se plasman las preguntas que darán lugar al presente trabajo de investigación.

3.2.1. Pregunta central

¿Cómo aplicar una herramienta que automatice la preparación de pedidos en el almacén de un centro logístico?

3.2.2. Preguntas auxiliares

- ¿Qué recursos serán necesarios para aplicar una herramienta de automatización del *picking*?
- ¿Qué tipos de controles será preciso establecer para medir el nivel de productividad en la preparación de pedidos?
- ¿Cómo introducir al personal en la aplicabilidad efectiva de la herramienta de automatización de *picking* propuesta?

3.3. Delimitación

Propuesta de una herramienta para la automatización de la preparación de pedidos en las bodegas de despacho de clientes minoristas y detallistas de un centro logístico ubicado en zona 12 ciudad de Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

Las operaciones artesanales son funcionales en diversas empresas, pero, cuando la empresa crece y el mercado es más demandante, las actividades de *picking* se deben hacer con mayor velocidad y minimizando los errores. En la empresa en estudio actualmente se manejan más de 300 SKU's, se despacha producto a 7 diferentes canales, con gran cantidad de clientes en cada uno, por la demandante venta, el trabajo operativo funciona 24/6 (3 turnos laborales diarios de lunes a sábado) para cubrir con los requerimientos diarios de los clientes.

En las bodegas de despacho de clientes minoristas y detallistas actualmente laboran 55 personas, con las cuales se cubre el área operativa de bodega en los 3 turnos, donde 21 de esas personas están destinadas a la preparación de pedidos, es decir un 38 % del personal se dedica al proceso directo de *picking*, dado que actualmente dicho proceso es 100 % manual, está sujeto al error humano, lo que resulta diariamente en reprocesos de preparación y chequeo para garantizar en mayor porcentaje que el pedido cumpla con los requerimientos de los clientes.

La empresa NOEGA SYSTEMS (sistemas de almacenaje y logística interna) explica “el *picking* representa entre el 45 y el 75 % del coste total de las operaciones de un almacén” (Noega Systems, 2015, p. 3), esto nos da a entender que el *picking* es una de las actividades más caras dentro del almacén. Diariamente durante el proceso de despacho al personal de ventas, se tienen reclamos por pedidos mal preparados, ya sea por cruce de producto, faltante o sobrante, aunque este último es muy poco reportado y al revisar los inventarios

de bodega, se encuentra muchas veces con faltantes físicos por despachos mal preparados, que en los meses de junio y julio ha ascendido a perdidas mensuales de Q 9,000 aproximadamente.

A continuación, se muestra una tabla con los errores o ajustes en preparación de una semana real laborada en la empresa de estudio:

Tabla I. Ajustes por errores en la preparación

Preparado por	Motivos	Cuenta de motivos
Brayan Bulux	Faltante	1
Francisco Cabrera	Faltante	1
Lesly Diaz	Cruce	1
	Faltante	1
Ingrid Godoy	Cruce	2
Manuel Similiana	Faltante	2
Ronaldo Garcia	Cruce	2
Gilberto Hernandez	Cruce	2
Lilian Tevalan	Faltante	2
Kevin Guzman	Cruce	2
	Faltante	1
Edgar Pop	Cruce	1
	Faltante	2
Madeli Sumale	Faltante	4
Nancy Choque	Cruce	1
	Faltante	3
Oscar Gramajo	Cruce	4
	Faltante	1
Ostin Divas	Cruce	3
	Faltante	2
Mario Posadas	Faltante	5
Inmer Cabrera	Cruce	1
	Faltante	4
Gabriel Alonso	Cruce	2
	Faltante	4

Continuación tabla I.

	Sobrante	1
Trasey Rabanales	Cruce	1
	Faltante	4
	Sobrante	2
Elvis López	Cruce	2
	Faltante	10
Valery Matulsaucedo	Cruce	11
	Faltante	40
	Sobrante	10
Total, general		135

Fuente: elaboración propia.

En la tabla I se muestra los tipos de errores (faltante, sobrante, cruces) y la cantidad de errores cometidos por cada persona en una semana laboral.

Figura 1. **Ajustes por errores en la preparación**



Fuente: elaboración propia.

En la figura I se muestra el acumulado de errores cometidos por persona en una semana laboral.

Como puede observarse en la información proporcionada anteriormente, la cantidad de errores cometidos es bastante elevada lo que en reiteradas ocasiones resulta como insatisfacción del cliente interno (distribución), ya que no cumplimos con lo que el cliente final solicitó y por ende también hay insatisfacción del cliente final, esto puede perturbar las ventas, lo que puede afectar negativamente la rentabilidad de la empresa.

Todo lo tabulado anteriormente impacta en el inventario de bodega, en varias ocasiones es posible realizar una trazabilidad y encontrar el motivo de descuadre de algunos materiales, pero, en muchos otros materiales no se logra encontrar el destino del error, lo que da como resultado un inventario con sobrantes y faltantes, que deben ajustarse cada cierto período.

La aplicación de herramientas para la automatización del *picking* permitirá mejorar la eficiencia del proceso de preparación, minimizando los costos del proceso, así, como la disminución de los costos producidos por los errores en la preparación de pedidos, dado que se podrán tener controles del proceso, con los cuales se podrá mantener en los límites aceptables las operaciones derivadas del proceso de *picking*. Esta aplicación de herramientas para la automatización del *picking* se verá reflejada para la empresa como una ganancia en el sentido de reducción de costos, se tendrán clientes más satisfechos porque se podrá garantizar con un mayor grado de confianza que los pedidos solicitados cumplen en cantidad y forma y, los operarios tendrán un proceso mucho más sencillo y eficiente.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer una herramienta que automatice el *picking* y mejore la productividad en la preparación de pedidos en el almacén de un centro logístico.

5.2. Específicos

- Plantear los recursos necesarios para realizar un proceso de *picking* eficiente.
- Aplicar controles que filtren el proceso de preparación y minimicen los errores en la operación.
- Implementar un proceso de capacitación para el uso efectivo de la herramienta de automatización de *picking* propuesta.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad latente que busca cubrir este trabajo de investigación es la de mantener un inventario controlado, maximizando la probabilidad de cumplir exactamente con lo que el cliente solicito en sus pedidos, minimizando errores en *picking*, como faltantes, sobrantes o cruces de productos, aumentando así la eficiencia de la preparación de pedidos y disminuyendo los costos por productos perdidos, reprocesos relacionados al chequeo de pedidos preparados y los costos de oportunidad que surgen por no cumplir con lo solicitado por el cliente (que puede llevar hasta una descatalogación de productos por parte del cliente).

Las diferencias reflejadas diariamente en el inventario de bodega pueden tener varias causas:

- La primera y con mayor incidencia es la deficiencia en el *picking*, relacionada a que es una actividad 100 % artesanal y que se ve mayormente afectada cada vez que se cuenta con personal nuevo, la curva de aprendizaje toma un papel importante.
- Muy relacionado al punto anterior, no contar con personal completo en las líneas de preparación provoca errores en el *picking*, por sobrecargas de trabajo, estrés en los colaboradores y por desinterés en el proceso cuando por error en la impresión de la carga de trabajo, se le asigna a nombre de otra persona. Esto último permite a la persona cometer errores en la preparación y no ser asignables a su persona. Las razones por la que en varias ocasiones actualmente contamos con bajo personal son:

- Suspensión por enfermedades, muy repetitivo actualmente por la crisis sanitaria COVID-19.
- Despidos o renuncia, la capacidad de respuesta para cubrir las plazas vacantes actualmente toma semanas.
- Movimientos de inventario en SAP, en ocasiones se ha detectado los movimientos en SAP sin conocimiento de auditoria o bodega, tales como, anulación de facturas, movimientos de inventario entre almacenes o ingresos en sistema, esto posterior al inventario y revisión de diferencias, lo que ha provocado un inventario deficiente en ese momento.

La implementación de una herramienta para automatizar el *picking* permitirá mejorar la eficiencia del proceso de preparación y garantizar con un mayor grado de confianza que los pedidos solicitados por los clientes cumplen en cantidad y forma, para lograr la aplicación de la herramienta, primero debe prepararse el escenario de preparación, a continuación, se muestran las fases de preparación e implementación.

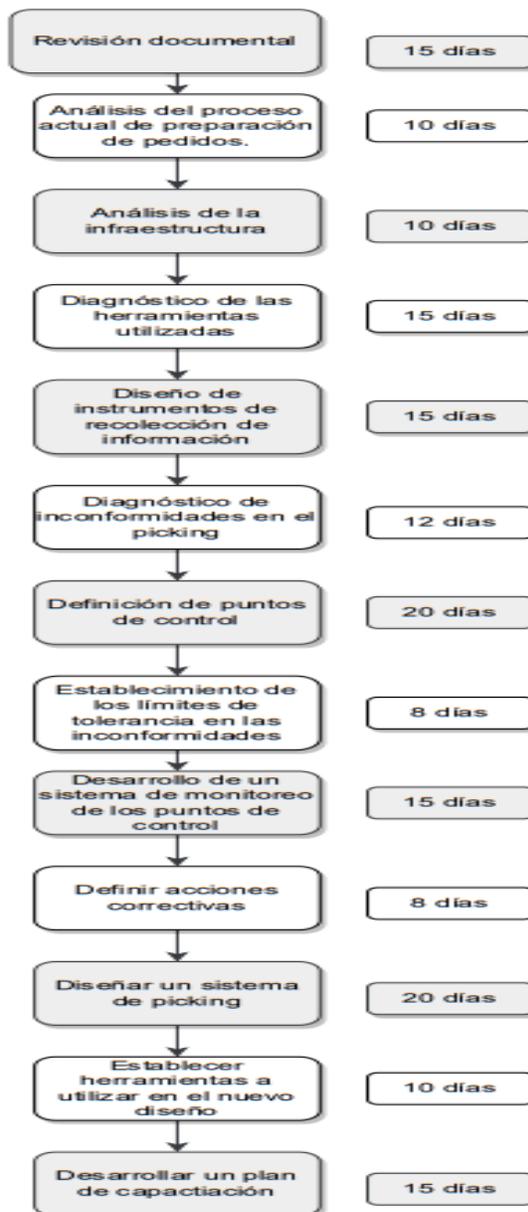
- Fase 1: revisión documental. En esta fase se revisará toda la documentación que podrá ayudar al desarrollo de la investigación e implementación de herramientas de automatización de *picking*. Se hará una inversión de tiempo de 15 días aproximadamente.
- Fase 2: análisis del proceso actual de preparación de pedidos. Se debe reconocer cada etapa del proceso de preparación, desde el abastecimiento hasta el despacho al cliente interno. Se hará una inversión de tiempo de 10 días aproximadamente.

- Fase 3: análisis de la infraestructura. Se conocerán las debilidades y fortalezas de la infraestructura actual destinada al desarrollo del *picking*. Se hará una inversión de tiempo de 10 días aproximadamente.
- Fase 4: diagnóstico de las herramientas utilizadas. Se conocerán las debilidades y fortalezas de las herramientas utilizadas actualmente en el desarrollo del *picking*. Se hará una inversión de tiempo de 15 días aproximadamente.
- Fase 5: diseño de instrumentos de recolección de información. En esta fase se diseñarán los instrumentos que se utilizarán para recopilar información anterior a su análisis, de esta manera dejar documentado todo lo observado durante la investigación. Se hará una inversión de tiempo de 15 días aproximadamente.
- Fase 6: diagnóstico de inconformidades en el *picking*. Se diagnosticarán todas las posibles causas que afectan el buen desarrollo del *picking* y la obtención de resultados eficientes. Se hará una inversión de tiempo de 12 días aproximadamente.
- Fase 7: definición de puntos de control. En esta fase se identificarán los puntos de control para minimizar la entrega de pedidos con inconformidades. Se hará una inversión de tiempo de 20 días aproximadamente.
- Fase 8: establecimiento de los límites de tolerancia en las inconformidades. Se establecerán los límites que permitirá garantizar un proceso de preparación en forma, exacto y en tiempo. Se hará una inversión de tiempo de 8 días aproximadamente.

- Fase 9: desarrollo de un sistema de monitoreo de los puntos de control. Se desarrollará un sistema que permita optimizar el monitoreo de los puntos de control para garantizar que cada uno permanezca dentro de los límites establecidos como buenos y aceptables. Se hará una inversión de tiempo de 15 días aproximadamente.
- Fase 10: definir acciones correctivas. En esta fase se deben definir planes de contingencia para cada una de las posibles fallas que pueda darse en el proceso de preparación. Se hará una inversión de tiempo de 8 días aproximadamente.
- Fase 11: diseño de un sistema de *picking*. En esta fase se diseñará y desarrollarán las bases para que la implementación de la herramienta de automatización de la preparación de pedidos tenga efectos positivos y mejore la eficiencia del proceso. Se hará una inversión de tiempo de 20 días aproximadamente.
- Fase 12: establecer herramientas a utilizar en el nuevo diseño. Se elaborará una *check list* con la descripción y utilización de todas las herramientas que serán necesarias para el desarrollo e implementación del nuevo diseño del proceso de preparación. Se hará una inversión de tiempo de 10 días aproximadamente.
- Fase 13: desarrollar un plan de capacitación: se desarrollará un proceso de capacitación para el uso efectivo de la herramienta de automatización de *picking* propuesta. Se hará una inversión de tiempo de 15 días aproximadamente.

El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo estimado para su desarrollo de 173 días hábiles.

Figura 2. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Logística

“Es el proceso de planificar y organizar para asegurar que los recursos estén en el lugar adecuado con el fin de que la actividad del negocio pueda producirse de forma exitosa” (Diccionario inglés Cambridge, 2012, p. 1).

7.1.1. Historia de la logística

La logística tuvo sus inicios desde las culturas antiguas, quienes ya aplicaban conceptos básicos, MECALUX (2021) menciona:

Los antiguos griegos y romanos ya estaban familiarizados con el concepto de logística a la hora de transportar bienes y víveres, muy especialmente en el ámbito militar. Pero no fue hasta 1811 cuando se acuñó por primera vez la palabra logística como tal.

Pero a pesar de su origen bélico, en la actualidad, este concepto hoy en día va mucho más allá del ámbito de la defensa y se aplica generalmente a todo lo relacionado con el transporte y gestión de mercancías en general. (p. 1)

7.1.2. Definiciones de la logística

En la actualidad existen distintas definiciones que enuncian el significado de logística, el diccionario la Real Academia Española, en uno de sus conceptos,

define la logística como "conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución" (Real Academia Española, 2001, p. 1).

Otra definición de logística, adoptada por el diccionario inglés Cambridge, indica: "El proceso de planificar y organizar para asegurar que los recursos estén en el lugar adecuado con el fin de que la actividad del negocio pueda producirse de forma exitosa" (Diccionario inglés Cambridge, 2012, p. 1).

Por parte de la asociación profesional mundial que se dedica a la innovación y la difusión de la investigación y el conocimiento sobre la Gestión de la cadena de suministro (2015), planteó un axioma más perito: "la planificación, implementación y control de un flujo de servicios, información y bienes entre el punto de origen y el de consumo, a fin de garantizar su calidad final" (p. 6).

El término logística, en conclusión, hace referencia a toda la actividad que incluye, la obtención de los insumos, la transformación de los mismos en producto terminado, el transporte de este por los diferentes medios con que cuente la organización y su entrega.

7.1.3. Objetivo de la logística

Su objetivo engloba puntos críticos que toda organización debe considerar para el éxito de su gestión, Giraldo (2011) menciona lo siguiente:

La misión fundamental de la Logística empresarial es colocar los productos adecuados (bienes y servicios) en el lugar adecuado, en el momento preciso y en las condiciones deseadas, contribuyendo lo máximo posible a la rentabilidad de la firma. La logística tiene como objetivo la satisfacción de la

demanda en las mejores condiciones de servicio, costo y calidad. Se encarga de la gestión de los medios necesarios para alcanzar este objetivo (superficies, medios de transportes, informática...) y moviliza tanto los recursos humanos como los financieros que sean adecuados. (p. 2)

7.2. Cadena de suministro

Es parte fundamental que da sentido a la logística y determina la estrategia empresarial, tomando el precepto desde la adquisición de la materia prima, hasta el proceso de transformación y entrega.

7.2.1. Historia

Con el transcurso de la historia, distintos autores han comentado sobre la trayectoria de SCM:

La cadena de suministro tiene sus orígenes en la ingeniería industrial y en la investigación cuyas sus raíces se basan en la logística. Fredrick Taylor es considerado el padre de la ingeniería industrial y enfocó su investigación inicial en cómo mejorar los procesos de carga manual.

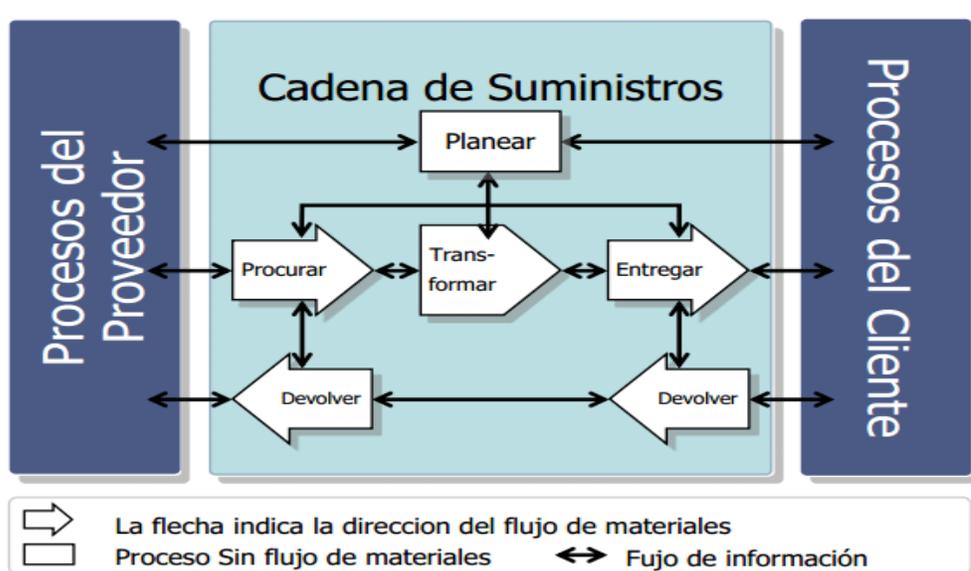
En las décadas de 1940 y 1950, el enfoque de la investigación logística se usó para mejorar los procesos de manejo de materiales y en cómo aprovechar el espacio. El concepto de «unidad de carga» ganó popularidad y el uso de paletas se generalizó. A mediados de la década de 1950, este concepto se extendió a la gestión del transporte con el desarrollo de contenedores intermodales junto con barcos, trenes y camiones para manejar estos contenedores. (Briceño, 2018, p. 3)

7.2.2. Objetivos

La cadena existe para cumplir distintos objetivos, aunque el primordial podría decirse que consiste en maximizar la utilización de los recursos con que una organización cuenta, considerando el proceso desde la obtención de los insumos y materia prima hasta la entrega de un producto o servicio terminado.

En la figura 3, se ejemplifican los flujos que forman parte de la SCM, donde es importante enmarcar la atribución que las partes brindan, de parte del proveedor el flujo de bienes y de parte del cliente el flujo de data, donde para cada parte, el flujo obtenido es clave, ya que permite tener herramientas para satisfacer de mejor manera las necesidades de cada parte.

Figura 3. Flujo de la cadena de suministro



Fuente: Sanches, J., Mazo, A. y Gómez, R. (2013). *Uso de las TIC en la gestión de almacenes de producto terminado*. Consultado el 1 de agosto de 2021. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Flujos-de-la-Cadena-de-suministros-Fuente-Supply-chainorg_fig1_275023578.

7.2.3. Estructura

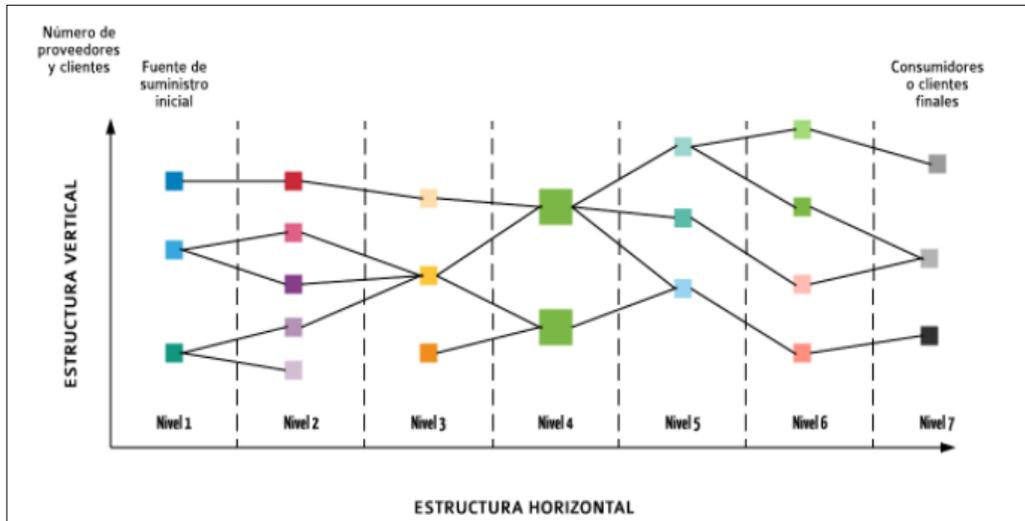
La cadena está conformada por diferentes aspectos, las cuales crean una estructura de red, respecto a este criterio, Jiménez y Hernández (2002) mencionan lo siguiente:

Aunque estrictamente no es una cadena, sino una red, la estructura de la cadena de suministro son todas las empresas que participan en una cadena de producción y servicios desde las materias primas hasta el consumidor final. Las dimensiones por considerar incluyen la longitud de la cadena de suministro y el número de proveedores y clientes en cada nivel. Es curioso observar que la cadena de suministro no parece como tal, sino que es más parecida a las ramificaciones de un árbol, motivo por el cual, sería extraño encontrar que una empresa participará solamente en una cadena. (p. 81)

La correcta gestión de la SCM representa una ventaja muy importante en el mercado, Domínguez (2021) respecto a esto menciona:

Existen ciertas dimensiones estructurales esenciales para la descripción, análisis y gestión de una cadena de suministro; la estructura horizontal que se refiere al número de niveles o etapas en la cadena de suministro y la estructura vertical, que se refiere al número de proveedores o clientes representados en cada nivel. (p. 8)

Figura 4. Dimensionamiento estructural



Fuente: Domínguez, M. (2021). *Que es la cadena de suministro*. Consultado el 1 de agosto de 2021. Recuperado de <https://www.evaluandosoftware.com/la-cadena-suministros-cadena-abastecimiento/>.

En la figura 5 se muestra una estructura simplificada de la cadena de suministro.

Figura 5. Ejemplo de una estructura de SCM



Fuente: Roldan, P. (2017). *Cadena de Suministro*. Consultado el 1 de agosto de 2021. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>.

7.2.3.1. Materia prima

Son todos los recursos iniciales utilizados como base en un proceso de transformación para crear bienes de consumo demandados.

7.2.3.2. Producción

Se trata de la transformación como tal, en el cual los recursos iniciales (insumos) es utilizada para crear productos y/o servicios que se pondrán a disposición de la demanda.

7.2.3.3. Transporte

Según Jaical (2011), la definición de transporte se refiere a:

Un sistema formado por múltiples elementos, siendo tres los fundamentales, la infraestructura, el vehículo y la empresa de servicio que viene a constituir la actividad previamente dicha. Estos elementos están interrelacionados entre sí, pues ninguno es útil sin que los otros existiesen.
(p. 3)

7.2.3.4. Ventas

Es un proceso que tiene como función proveer a una persona individual o jurídica de un bien a cambio de un valor económico establecido.

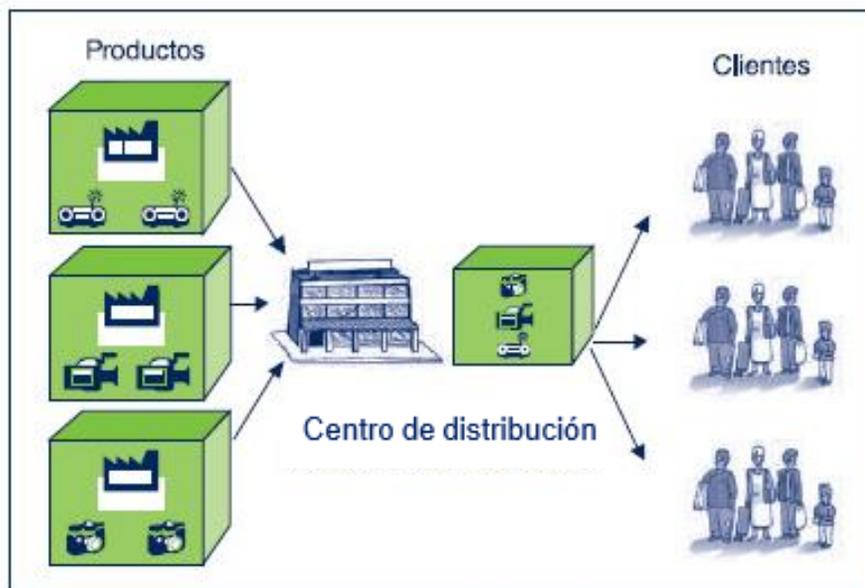
7.2.3.5. Distribución

Concepto que se refiere al medio por el cual un bien o servicio es trasladado hasta el cliente final según lo acordado por los involucrados.

7.3. Centro de distribución

En esta infraestructura se centralizan todos los bienes que una organización distribuye a lo largo de algún territorio específico, haciendo uso de diferentes recursos, tanto humanos, como financieros, tecnológicos y mecánicos, entre otros.

Figura 6. Proceso de CD



Fuente: Hill, M. (16 de septiembre de 2019). *Logística de almacén (almacenaje)*. Consultado el 1 de agosto de 2021. Recuperado de <http://www.mailxmail.com/curso-logistica-almacen-almacenaje/tipos-almacenes-1-2>.

7.3.1. Áreas de un centro de distribución

En un centro de distribución existen determinados procesos, importantes para su funcionalidad y de estos depende su éxito. En la figura 7 se muestra un esquema básico.

Figura 7. Áreas de un CD



Fuente: elaboración propia.

7.3.1.1. Carga y descarga

Es la zona donde se carga y descarga el producto final, materia prima e insumos respectivamente en los diferentes medios de transporte, tales como camiones, furgones, paneles, entre otros, mediante los muelles de carga/descarga.

7.3.1.2. Área de almacenamiento

Es la columna vertebral de un CD en donde se centraliza la mercadería, regularmente, se tienen *racks* u otros medios de almacenamiento vertical para almacenar productos paletizados.

7.3.1.3. Área de preparación de pedidos

Diseñado especialmente para el *picking* de las órdenes de compra generados por los clientes, donde la infraestructura se adecua a la operación de preparación para facilitar el trabajo de los operarios. Esta zona es sumamente importante, ya que de ella depende que los pedidos cumplan en tiempo y forma con las solicitudes de compra.

7.3.1.4. Área de expedición

Lugar donde los clientes internos o externos solicitan las órdenes de compra previamente preparadas, aquí se realizan las cargas en unidades de transporte donde su tamaño depende del pedido solicitado, pueden ser paneles, camiones o furgones, estos llevarán el producto hasta el lugar de recepción del cliente.

7.3.1.5. Área de oficinas

Es la zona destinada a los procesos administrativos del centro de distribución. A continuación, se enlistan algunas partes claves de esta área:

- **Handheld:** se digitan los pedidos que el equipo de ventas genera en sus visitas a los clientes.
- **Digitación:** recepción en sistema de todos los ingresos de mercadería y se realiza el egreso en sistema de bodega de los pedidos realizados por los clientes.

7.4. *Picking*

Picking significa preparación de pedidos, este concepto engloba todo el proceso desde la recepción de las órdenes de compra por parte del cliente, la conformación del pedido en una unidad de manipulación, procurando cumplir con la cantidad y los ítems que la orden de compra solicita.

García (2020) menciona cual es la forma tradicional que se realiza en el *picking*:

- Iniciar el pedido accediendo a la información.
- Para cada línea de pedido:
 - Caminar hasta la ubicación del SKU.
 - Localizar el producto en almacén (buscar al que sabe dónde está).
 - Coger el producto de la estantería.
 - Comprobar que es el producto previsto.

- Depositarlo en algún tipo de útil (carro, caja, bolsa...).
- Al acabar el pedido llevarlo a la zona de consolidación.
- Repetir pasos. (p. 2)

Es una actividad que a simple vista se ve muy sencilla, pero el volumen de la tarea dificulta el proceso, ya que esta actividad es una forma muy frecuente de cometer errores, que regularmente el preparador no identifica, pero al cliente no se le pasa por alto. García (2020) menciona algunos ejemplos:

- Falta (o sobra) una referencia.
- La referencia está equivocada.
- La cantidad está equivocada.
- El producto no tenía la calidad adecuada. (p. 2)

7.4.1. Eficiencia en el *picking*

La eficiencia del *picking* se refiere a los resultados satisfactorios obtenidos de un buen proceso de preparación, García (2020) menciona que “el trabajo de *picking* supone una parte muy importante de los costes operativos de un almacén” (p.3).

Si se requiere mejorar la eficiencia del *picking*, es importante pensar en automatizar, García (2020) indica “la automatización del proceso reducirá

drásticamente los errores y además permitirá medir y mejorar la productividad de los trabajadores” (p.3).

7.4.2. Equipos, *picker* a material

El operario puede transportarse a la ubicación de cada producto, utilizando diferentes equipos, como porta *pallets* y carretillas de supermercados, que se utilizan como medio para trasladar las UMP´s a la ubicación de cada producto y poder consolidar el pedido.

7.4.3. Equipos, material a *picker*

En la actualidad, existe una diversidad de equipos que permiten el traslado de materiales hasta el preparador, García (2020) menciona las siguientes herramientas:

Una estructura miniload es un tipo de ASRS para cajas o unidades, en las que el transelevador se mueve a gran velocidad tanto horizontal como vertical) dada el bajo peso del producto que mueve. Al operador se le ofrece la caja en la que está el producto (o el producto).

Los sistemas *multisuttle* sustituyen los transelevadores por sistemas de desplazamiento horizontal sobre carriles que depositan el producto sobre ascensores colocados en los extremos de los pasillos. (p. 5)

García (2020), menciona que existe una variedad de herramientas que pueden servir para automatizar el *picking*, adicional a las ya mencionadas, se presentan las siguientes:

Un dispensador automático deposita los productos sobre cintas transportadoras. Los sistemas *A-frame* estructuran dos dispensadores enfrentados sobre la misma cinta transportadora.

Los almacenes rotativos verticales son estanterías dispuestas como en una noria que gira para ofrecer al operador el producto que requiere. Muy similares a los rotativos verticales son los *Vertical Lift Modules*. (p. 5)

7.4.4. Diseño

El diseño de escenarios para *picking* dependen del sistema a utilizar, según García (2020), podemos implantar un diseño según el criterio:

La estrategia operador a producto exige definir cómo se va a desplazar el operador (a pie, montado en un carro recoge pedidos) y asociado a ello el número de niveles en los que se produce el *picking*, e incluso si el *picking* se hace directamente sobre el pallet.

La estrategia producto a operador implica adquisición de equipos de movimiento de productos desde el lugar donde se almacenan hasta el lugar donde está el operador. La alta inversión que suponen se justifica por la reducción de los costes de mano de obra y la reducción drástica de los errores. (p. 6)

7.4.5. Organización

Es muy importante encontrar la mejor forma de organizar el medio donde se hará efectiva la preparación, es por ello que la correcta elección permitirá el

éxito del proceso, García (2020) explica que existen varias formas de organizar el *picking*:

El *picking* individual accede a cada producto individualmente, lo coge y lo deposita junto al resto del pedido. Se producen tantos desplazamientos desde y hasta el origen como líneas de pedido tiene la orden. Puede ser útil cuando las órdenes tienen muy pocas líneas de pedido, los productos son muy dispares y el almacén es muy grande.

El *picking* de pedido exige visitar las posiciones de todas las líneas de pedido. Al finalizar el circuito la orden está completa y lista para ser expedida. El recorrido por el almacén debe ser optimizado para reducir la distancia recorrida. El recorrido debe garantizar que el orden de carga de producto es compatible (los productos pesados/grandes abajo, y frágiles/ligeros/pequeños arriba...). (p. 7)

Adicional a las formas de organización ya mencionadas, García (2020) enlista estos 2 tipos de preparación que se enfocan más al volumen y especialización:

El *picking* zonal (*zone picking*) consiste en estructurar el pedido según zonas. Permite al *picker* especializarse en una determinada zona, y exige que al final del proceso se consolide la orden del cliente. El *picking* zonal tiene dos subestrategias: *pick and pass* y *pick and merge*. En el *Pick and pass* el *picker* realiza su actividad y deja la caja para que la coja el operador de la siguiente zona. En el *pick and merge* el *picker* lleva la caja en un lugar donde se consolidará con las cajas de las otras zonas.

El *picking* por lotes (*Batch picking*) recoge varias órdenes de tamaño pequeño, generando una única orden que reduce los desplazamientos en su captura. Durante el proceso de *picking* se pueden ir separando los pedidos (hace falta disponer de equipamiento específico para ello) o habrá que disponer de un espacio de *sorting* al final del proceso. (p. 7)

7.4.6. Localización de los materiales

El lugar físico donde se encuentre el material para su captura y preparación es de suma importancia, ya que esto impacta directamente en los tiempos del proceso, dicho lo anterior, la localización de los materiales debe estar siempre en lugares fácil de acceder sin el mayor esfuerzo del *picker*. En caso se encuentre a una altura mayor a la que el *picker* pueda acceder, debe disponer de herramientas idóneas para alcanzar el material, de tal manera que se cuiden los tiempos en la tarea, los materiales no sufran daños y la persona encargada no sufra sobreesfuerzos.

7.4.7. Reabastecimiento

El reabastecimiento en las posiciones de los materiales que se *pickean* es una actividad clave en el proceso de *picking*, ya que de ello depende que el proceso fluya sin caer en el error que la persona invierta gran parte de su tiempo buscando los materiales a tomar. Una opción es asignar a un encargado de mantener estas posiciones abastecidas, o bien, según la necesidad del negocio, establecer periodos de tiempo para la actividad de *picking* y para la actividad de reabastecimiento.

7.4.8. Comunicación con el *picker*

Existen muchas formas de trasladar las instrucciones al *picker*, indicándole que debe tomar, cuanto debe tomar y recíprocamente, saber dónde se encuentra ubicada la persona, García (2020) respecto a lo anterior menciona:

El *picking* con papel sigue siendo una estructura muy utilizada por su flexibilidad e incluso por su productividad en determinados entornos. Al operario se le da una lista escrita sobre lo que ha de coger en el almacén. Generalmente confirma que ha cogido el producto tachando lo cogido con un lápiz.

El *picking con Pad*, es una forma de *picking* en el que la pantalla sustituye al papel. Se puede optar en ese caso por mostrarle al operador únicamente el siguiente producto a coger. El chequeo en ese caso se suele realizar mediante código de barras. (p. 8)

Las formas de preparación anteriormente mencionadas son bastante usuales o tradicionales, pero, García (2020) menciona que también existen formas de comunicación que utilizan mayor tecnología:

Con el *Pick to Light* el operario va a recoger el producto siguiendo una luz que se enciende que le debe indicar también la cantidad de producto a coger. El operario confirma apretando un botón situado al lado de la luz.

Mediante el *Pick by visión* Unas gafas de realidad aumentada guían al operario hacia el producto que debe recoger. Las propias gafas identifican el producto cogido. (pp. 8-9)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EMPRESA

3.1. Generalidades

3.2. Estructura organizacional

3.2.1. Tipos de producto

3.2.2. Organigrama del departamento de bodega

3.2.3. Departamento de bodega

3.3. Bodega

3.3.1. Recepción y descarga de furgones

3.3.2. Almacenamiento de materia prima

3.3.3. Preparación de pedidos

3.3.3.1. Criterio de preparación

3.3.3.2. Equipos y herramientas de *picking*

- 3.3.3.3. Criterio de organización del picking
- 3.3.3.4. Método de reposición
- 3.3.3.5. Almacenamiento de producto terminado
- 3.3.3.6. Servicio y despacho
- 3.3.3.7. Diagrama de recorrido del proceso
- 3.3.3.8. Diagrama de flujo de operaciones del proceso
- 3.3.3.9. Layout
- 3.3.4. Inventario
 - 3.3.4.1. Control de pedidos preparados

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Diseño del picking
 - 4.1.1. Layout
- 4.2. Herramientas necesarias para el nuevo diseño de *picking*
- 4.3. Control y seguimiento de los pedidos preparados
 - 4.3.1. Límites tolerables por persona en los pedidos preparados
 - 4.3.2. Acciones correctivas ante intolerancias
- 4.4. Plan de capacitación

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla el camino a seguir para la investigación y desarrollo del proyecto presentado en este documento.

9.1. Características del estudio

El estudio tendrá las siguientes características.

9.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es mixto, debido que para la recolección y análisis de datos será necesario el enfoque cualitativo, observando el flujo del proceso así, como cada actividad que forme parte del proceso, se analizarán las necesidades del flujo actual tomando en cuenta la experiencia de las personas involucradas y, para asentar la propuesta técnicamente, se usaran herramientas estadísticas y de ingeniería, para con base a históricos, poder proponer un flujo efectivo y adaptado a las necesidades actuales de la empresa, siendo esto el enfoque cuantitativo.

9.1.2. Alcance

El alcance de esta investigación será de tipo descriptiva, ya que, se observarán, registrarán, analizaran y correlacionaran distintos aspectos involucrados con el proceso de *picking* para que, con base a esta información, se construya la propuesta de la automatización del *picking* de la bodega de despacho de clientes a detalle que garantice un proceso eficiente y productivo.

9.1.3. Diseño

El diseño de investigación es no experimental, debido a que la información será obtenida a través de la observación del proceso de *picking* y todos los factores involucrados, utilizando técnicas como la revisión de documentos, entrevistas informales, visitas de campo y análisis de datos históricos, con esto se busca plasmar un criterio objetivo para la creación de la propuesta de automatización del *picking* y con base a un análisis financiero beneficio/costo, entre otras herramientas financieras, demostrar el beneficio que tendrá la implementación de la herramienta de automatización.

9.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis será todo el proceso involucrado con el *picking*, del cual, se clasificarán las etapas que son críticas para garantizar un proceso de preparación eficiente, rentable y productivo.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación.

Tabla II. **Unidad de análisis**

Variables	Definición teórica	Definición operativa	Indicadores
Establecimiento de las etapas del proceso	Etapas de un proceso de producción: Serie de pasos que se realizan planificada	Definición de las etapas del proceso de la preparación de pedidos con base a los recursos	a. Cantidad de pedidos preparados por día.

Continuación tabla II.

	y sucesivamente para lograr la transformación de un bien.	actuales en el ramo industrial.	
Planteamiento de las herramientas para la automatización del <i>picking</i> .	Herramientas de automatización de <i>picking</i> : Aplicación de sistemas que cubren por completo las tareas de preparación de pedidos, siendo estas la recogida o extracción de mercancía, su transporte en el almacén y su acondicionamiento y despacho de estas	Utilización de herramientas que permiten realizar de manera automática o semiautomática las actividades del proceso de <i>picking</i> en las líneas de preparación del centro logístico.	b. Elaboración de una lista de comprobación con la descripción y utilización de cada una de las herramientas a utilizar en el diseño de <i>picking</i> .
Establecimiento de controles para la medición de la productividad del proceso de <i>picking</i>	Controles industriales: Tienen como objetivo la obtención de un producto final con características determinadas que cumpla con las especificaciones y	Actividades que sirven para filtrar los resultados obtenidos del proceso de <i>picking</i> , de tal manera que, garantice que todo lo que pase el filtro de control cumpla	c. Análisis del proceso y determinación de puntos claves de control. d. Creación de indicadores de capacidad.

Continuación tabla II.

	niveles de calidad que exige la empresa por lote de producción.	con los requerimientos mínimos establecidos: sin faltantes, sobrantes o cruces y en tiempo.	
Determinación del nivel de mejora de la productividad en la preparación de pedidos.	Eficiencia en el <i>picking</i> : Métodos y herramientas aplicadas para aumentar la productividad en la preparación de pedidos.	Garantizar que los pedidos preparados cumplan en tiempo y en forma con lo solicitado por los clientes.	e. Número de errores en la preparación.
Elaboración de un plan de capacitaciones para el uso correcto de la herramienta de automatización propuesta.	Plan de capacitación: s un proceso que va desde la detección de necesidades de capacitación hasta la evaluación de los resultados	Elaboración de un sistema ordenado para la enseñanza-aprendizaje en la utilización de las herramientas de automatización implementadas.	f. Medición del desempeño del personal.

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

A continuación, se muestran las fases en las que se divide el desarrollo de la investigación.

9.4.1. Fase 1: revisión documental

En esta fase se revisará toda la documentación que podrá ayudar al desarrollo de la investigación e implementación de herramientas de automatización de *picking*, esto permitirá crear un criterio de diseño preliminar del nuevo proceso de *picking* según las necesidades del establecimiento en estudio. La información será buscada de manera documental y bibliográfica, teniendo en cuenta los estudios más recientes en empresas externas en cualquier parte del mundo, especialmente en los países los más industrializados, así, como la experiencia de la empresa en estudio según su trayectoria.

9.4.2. Fase 2: análisis del proceso actual de preparación de pedidos

Para esta fase se realizará un recorrido de reconocimiento de cada etapa del proceso de preparación, desde el abastecimiento de materia prima hasta el despacho del producto terminado al cliente interno, por medio de 3 acercamientos al proceso. El primer acercamiento será de tipo examinador, analizando los puntos fuertes y carencias que se puedan ver a simple vista; en el segundo acercamiento se harán entrevistas informales para conocer la postura del personal operativo y de los encargados de área respecto al proceso de preparación actual; en el tercer acercamiento se realizaran entrevistas formales que permitan la documentación y el desarrollo del diagrama de flujo y diagrama de recorrido.

9.4.3. Fase 3: análisis de la infraestructura

Se analizarán las debilidades y fortalezas de la infraestructura actual destinada al desarrollo del *picking* comparando las metas de los indicadores de bodega actuales de la empresa con los resultados obtenidos en sus procesos y que estén relacionados con la preparación de pedidos, de esta manera poder identificar los puntos críticos con mayor necesidad de mejora. En el análisis se tomará en cuenta el tiempo de preparación por pedidos en cada zona de preparación establecido en la empresa, así, como la frecuencia de los errores cometidos en el proceso de *picking*.

9.4.4. Fase 4: diagnóstico de las herramientas utilizadas

Se deben evaluar las herramientas utilizadas actualmente en el desarrollo del *picking*, analizando sus fortalezas y debilidades, para esto se observará el uso operativo y posterior se realizarán entrevistas informales y formales para conocer la postura del personal que utiliza las herramientas. El esfuerzo se hará en la búsqueda de como minimizar o eliminar las debilidades identificadas, validando si lo necesario es modificar, actualizar o cambiar radicalmente de herramientas. Para este análisis se elaborará un formato para documentar la información y que ayude a examinar la utilización de las herramientas.

9.4.5. Fase 5: diseño de instrumentos de recolección de información

Se diseñarán los instrumentos necesarios para poder recopilar y documentar toda la información obtenida durante el proceso de investigación, de modo que los datos sirvan para el análisis y mejora del sistema de preparación

de pedidos actual, con base a dicha información se podrá implementar un plan de acción para un nuevo diseño del sistema de *picking*.

9.4.6. Fase 6: diagnóstico de inconformidades en el *picking*

Se diagnosticarán todas las posibles causas que afectan el buen desarrollo del *picking* y la obtención de resultados eficientes, estos resultados toman en cuenta la satisfacción del cliente, la rapidez y facilidad con la que el preparador realiza su tarea y el control de un inventario cuadrado. Para esto se deben analizar las habilidades del personal operativo respecto al proceso que se lleva a cabo en el *picking*, la destreza con la utilización de las herramientas actuales y, el nivel de orden, limpieza y asignación de ubicaciones fijas de los productos en las líneas de preparación. Estos análisis se realizarán por medio de la observación, cuestionarios y la aplicación de muestreos probabilísticos de tipo sistemáticos y estratificados, en combinación.

9.4.7. Fase 7: definición de puntos de control

En esta fase se identificarán filtros de control para minimizar las inconformidades en cada operación del proceso de *picking*. Para facilitar el análisis e identificación de los puntos necesarios a controlar, se hará uso de la herramienta diagrama de Ishikawa o causa y efecto y, se relacionará con el diagrama de recorrido, para establecer exactamente el filtro en el punto de importancia a controlar.

9.4.8. Fase 8: establecimiento de los límites de tolerancia en las inconformidades

Se establecerán los límites de los puntos de control establecidos en la fase anterior, que permitirá garantizar un proceso de preparación en forma, exacto y en tiempo. Para determinar estos límites de tolerancia se tomará de base los indicadores de bodega actuales de la empresa y se aplicarán gráficos de control a las operaciones de preparación.

9.4.9. Fase 9: desarrollo de un sistema de monitoreo de los puntos de control

Se desarrollará un sistema que permita optimizar el monitoreo de los puntos de control para garantizar que cada actividad permanezca dentro de los límites establecidos como buenos y aceptables, para esto se definirá que se va a monitorear, como se hará, con qué frecuencia y quienes serán los responsables.

9.4.10. Fase 10: definir acciones correctivas

En esta fase se deben definir planes de contingencia para cada una de las posibles fallas que pueda darse en el proceso de preparación. Estas acciones correctivas se elaborarán de tal manera, que cubran las carencias que puedan reflejarse cuando no se cumpla con los estándares establecidos en los límites de tolerancia para cada punto de control, buscando no solo la resolución al inconveniente identificado, si no, la causa que provoco el incumplimiento y eliminar dicha causa, en caso no pueda eliminarse, se deberá establecer un control para este punto, de modo que minimicé su ocurrencia.

9.4.11. Fase 11: diseñar un sistema de *picking*

En esta fase se diseñará y desarrollarán las bases para que la implementación de la herramienta de automatización de la preparación de pedidos tenga efectos positivos y mejore la eficiencia del proceso. Para esto se analizarán los diagramas de flujo y recorrido actuales, se elaborará un *layout* con el nuevo diseño propuesto y se modificarán los diagramas de flujo y recorrido según el *layout*, para este nuevo proceso se determinarán las herramientas que serán necesarias para que el proceso sea eficiente y productivo.

9.4.12. Fase 12: establecer herramientas a utilizar en el nuevo diseño

Se elaborará una *check list* con la descripción y utilización de todas las herramientas que serán necesarias para el desarrollo e implementación del nuevo diseño del proceso de preparación. Para esto se analizarán diferentes herramientas que puedan cumplir la misma función y posterior de un análisis profundo de beneficio/costo, determinar las opciones más viables.

9.4.13. Fase 13: desarrollar un plan de capacitación

Al culminar todas las fases anteriores, se desarrollará un plan de capacitación para el uso efectivo de la herramienta de automatización de *picking* propuesta, para todo el personal involucrado en el proceso directa e indirectamente, de modo que garantice que el recurso humano aprovechará la herramienta colocada en sus manos, así, como incentivar el nivel de compromiso con el nuevo proceso.

9.5. Resultados esperados

Presentar una propuesta factible que pueda implementarse en el mediano plazo y genere considerables mejoras en la eficiencia del proceso de preparación, entregando un documento que cubra las necesidades necesarias para la aplicación e implementación de las herramientas en la automatización del *picking* propuesto.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se realizarán visitas al centro de distribución para observar y analizar el proceso de *picking* y poder establecer los pasos que se realizan en cada operación del proceso, así, como el uso de las herramientas actuales que el personal utiliza, obtener tiempos, condiciones específicas de la infraestructura, la especialidad y el nivel de compromiso del personal involucrado en el proceso.

Para establecer los pasos del proceso de preparación se hará uso del diagrama de flujo y diagrama de recorrido, con dichos diagramas se analizará el *layout* actual para determinar los posibles puntos de mejora en cuanto a la ubicación de cada una de las estaciones de trabajo con el fin de disminuir los tiempos del proceso de *picking*. Se utilizará papel bond tamaño carta, lapiceros, cronometro, metro y una laptop.

Se elaborará una lista de comprobación o *check list* de todas las herramientas utilizadas actualmente y como se utilizan, de tal manera que se pueda determinar que cada herramienta se está utilizando a su máximo potencial o bien, solo una fracción de su potencial. Así mismo, se realizará una *check list* de las herramientas a proponer para el nuevo diseño de *picking*, con el detalle de utilización de cada una. Se hará un cuadro comparativo entre las herramientas utilizadas actualmente y las que se propondrán. Se utilizará papel bond tamaño carta, lapiceros, metro y una laptop.

Por medio de un estudio de tiempos y movimientos, se determinarán los tiempos estándar que el proceso de *picking* actual consume para la preparación de pedidos y poder tener una base de comparación para los cambios que se

propondrán, determinando el posible margen de mejora que se producirá. Esto se presentará en una tabla. Se utilizará papel bond tamaño carta, lapiceros, regla, cronometro y una laptop.

Tomando como base el *layout* actual y el diagrama de recorrido, se diseñará un nuevo *layout* que refleje los puntos de mejora identificados en el actual diseño. Se utilizará papel bond tamaño carta, lapiceros, regla y una laptop.

Se analizarán datos históricos de la empresa para determinar el promedio de pedidos preparados por día, con la data obtenida se elaborarán gráficos que permitan analizar el tipo de demanda de la empresa y así, determinar en promedio el nivel de recursos óptimo, para un proceso de preparación eficiente. Se utilizará una laptop.

Se elaborará un diagrama de Ishikawa para determinar todas las posibles causas que dan como efecto un proceso de *picking* deficiente y por ende un inventario descuadrado, con las causas identificadas, se procederá a realizar puntos de control para todas aquellas causas que no sean posible eliminar, creando indicadores de capacidad para medir tanto la eficiencia de la operación como del proceso. Para cada punto de control establecido se aplicarán gráficos de control que permita establecer límites tolerables, los cuales indicarán los rangos que se tendrán como buenos y aceptables para el proceso. Se utilizará papel bond tamaño carta, lapiceros y una laptop.

Para medir el desempeño y el nivel de compromiso de los empleados tanto cualitativa como cuantitativamente se hará uso de la técnica de evaluación 360 grados. Se utilizará papel bond tamaño carta, impresora, lapiceros y una laptop.

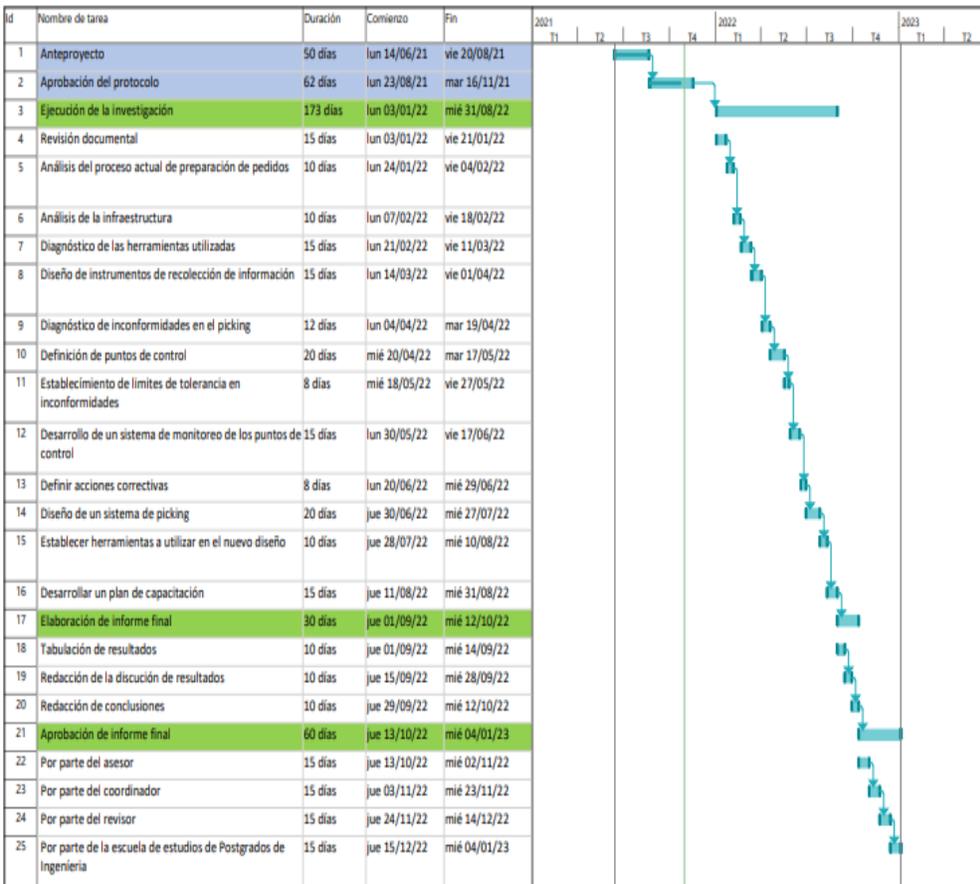
Con toda la información obtenida se elaborará el diseño final a proponer, presentando el nuevo *layout* y las herramientas necesarias para la automatización del *picking*, con lo cual se demuestre la mejora en la eficiencia en el proceso de preparación, esto se presentará en una tabla de resumen y se hará uso de una computadora.

Para finalizar, se realizará un proceso de capacitación, que consistirá en el acercamiento de cada colaborador a las nuevas herramientas propuestas, un tour por el nuevo diseño o *layout* explicando el flujo del proceso y la aplicación de pruebas en el nuevo *picking* para asentar el aprendizaje. Al final se hará una evaluación escrita para determinar la captación de información del personal y se dejarán establecidas evaluaciones periódicas para que el personal involucrado siga utilizando adecuadamente las herramientas a su disposición.

11. CRONOGRAMA

Para el desarrollo de la investigación se elaboró el siguiente cronograma de actividades:

Figura 8. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

12.1. Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la elaboración de la propuesta del diseño de implementación de una herramienta para la automatización del *picking*:

Tabla III. Presupuesto

Concepto	Descripción	Cantidad	Costo (Q)	Fuente de financiamiento
Recurso Humano	Asesor	1	Q 0,00	No aplica
	Investigador	1	Q 0,00	No aplica
	Personal operativo de la empresa	51	Q 0,00	No aplica
	Personal administrativo de la empresa	3	Q 0,00	No aplica
Recursos Materiales	Útiles y papelería	1	Q786,00	Propia
Recursos Físicos	Gasolina	-	Q2768,16	Propia
Recursos tecnológicos	Computadora	1	Q5.000,00	Propia
	Internet	-	Q200,00	Propia
Equipo	No aplica	-	Q0,00	No aplica
Alimentos	Almuerzo	158	Q3.160,00	Propia

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto será cubierto totalmente por el investigador ascendiendo a una suma de Q11,914.16 por el total de la investigación.

13. REFERENCIAS

1. Arcia, M. (2021). *Cadena de suministro, qué es y cómo funciona*. <https://www.entrepreneur.com/article/316908>.
2. Bizneo. (2019). *Como medir la productividad en el trabajo* [Todo sobre actualidad, herramientas y tecnología para optimizar la gestión del talento humano]. Recuperado de <https://bit.ly/3BB9uYi>.
3. Briceño, G. (2018). *Cadena de suministro*. Recuperado de <https://bit.ly/3jU4LLb>.
4. Cerca Technology. (2021). *Aumento de la productividad en el picking*. Recuperado de <https://bit.ly/3w2lqB4>.
5. Chávez, B., Najarro, J., y Rivas, D. (2009). *Análisis, Diseño e Implementación de un Centro de Distribución, Objetivo: tener la visión completa de las áreas que conforman un CDD y las variables que deben administrarse para su operación* (tesis de licenciatura). Universidad Dr. José Matías Delgado, Salvador. Recuperado de <https://bit.ly/3my92Wk>.
6. Dallari, F. (2008). *Design of order picking system*. Recuperado de <https://bit.ly/3GBtXA3>.

7. Delpueche, S. (25 de noviembre de 2021). *12 técnicas para aumentar la productividad laboral, como medirla y todo lo que necesitas saber + video* [Gestion del talento]. Recuperado de <https://factorialhr.es/blog/productividad-laboral-tecnicas/>.
8. Diccionario de cambridge (s/f). Cambridge *Dictionary* (4ª edición). Cambridgeshire: autor. Recuperado de <https://bit.ly/2ZEIN8O>.
9. Domínguez, M. (12 de abril de 2021). *Qué es la cadena de suministro o cadena de abastecimiento*. Recuperado de <https://www.evaluandosoftware.com/la-cadena-suministros-cadena-abastecimiento/>.
10. García, J. (2020). *Introducción al picking Nota Técnica*. Recuperado de <https://bit.ly/3w2Qvof>.
11. Giraldo, J. (14 de septiembre de 2011). *Logística. Gestión de compras, almacenes y transporte*. Recuperado de <https://bit.ly/3GBtUEn>.
12. Jaical, A. (26 de octubre de 2011). *Logística de Transporte [Logistweb-EI portal logístico al alcance de todos]*. Recuperado de <https://logistweb.wordpress.com/2011/10/26/logstica-de-transporte/>.
13. Jiménez, J., y Hernández, S. (2002). *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*. Querétaro, México: Compañía Editorial Continental. Recuperado de <https://bit.ly/3EB9HwK>.

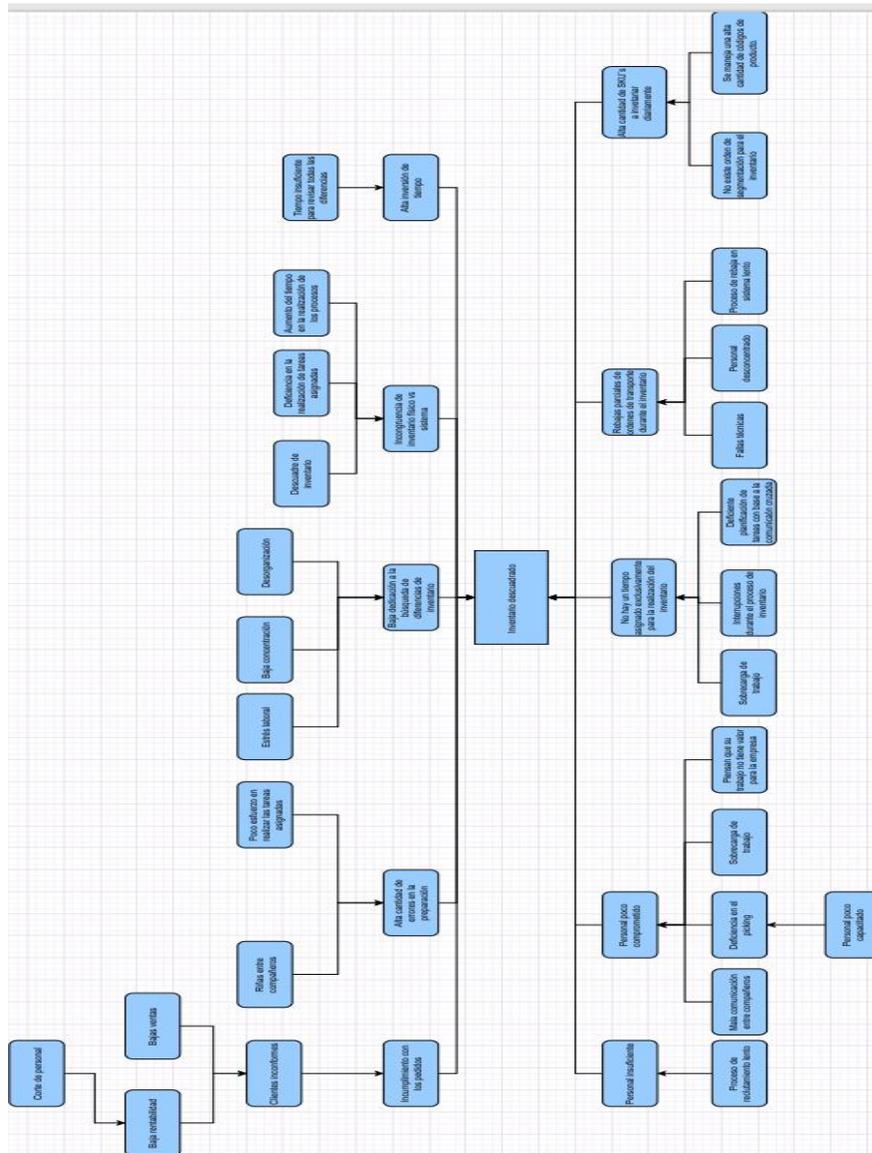
14. KYOCERA *Document Solutions*. (s/f). *Ventajas de automatizar nuestra preparación de pedidos o picking*. recuperado de <https://bit.ly/3Ez5IRe>.
15. MECALUX. (s/f). *Easy WMS de Mecalux dirige el almacén del fabricante de automóviles Renault*. Recuperado de <https://bit.ly/2ZLETKL>.
16. MECALUX. (s/f). *El picking o preparación de pedidos*. Recuperado de <https://bit.ly/3blsGcl>.
17. MECALUX. (s/f). *¿Qué es la logística de una empresa?*. Recuperado de <https://bit.ly/2ZB9xGg>.
18. MECALUX. (4 de mayo de 2021). *Los almacenes automatizados en 5 ejemplos*. Recuperado de <https://www.mecalux.com.mx/blog/almacenes-automatizados-ejemplos>.
19. Millán, D., y Tovar, S. (2019). *Análisis de los errores en el picking y verificación de unidades sueltas en el centro de distribución comercial Nutresa Bogotá* (tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/3EzJi22>.
20. Noega Systems. (5 de noviembre de 2015). *picking: preparación de pedidos en el almacén*. [Soluciones de almacenaje]. Recuperado de <https://bit.ly/3nRepQe>.

21. Organización Internacional del Trabajo. (2016). *Mejore su negocia, el recurso humano y la productividad*. Ginebra, Suiza: Editorial Suiza. Recuperado de <https://bit.ly/3GDy6n1>.
22. Rabello, R. y Chávez, J. (Marzo, 2010). Mejorando la Productividad en los Centros de Distribución. *Negocios globales, logística, Supply Chain, Transporte y Distribución 200 (1)*, 15-20. Recuperado de <https://bit.ly/3EBaldE>.
23. Real Academia Española (2001). *Logística* (23ª edición). Madrid: Autor. Recuperado de <https://www.mecalux.es/manual-almacen/logistica>.
24. Rodriguez, A. (2014). *Proyecto Pick to Light (PTL) como mejora en la gestión del almacén*. Recuperado de <https://bit.ly/3BxSKRy>.
25. Sevilla, A. (2017). *Economipedia* (10ª edición) Madrid: Roldan, P. Recuperado de <https://bit.ly/3CtjHr0>.
26. Souza, E. (2014). *Como minimizar los errores del picking*. Recuperado de <https://bit.ly/3jVbxAp>.
27. Trecet, J. y Ponz, C. (2019). *9 formas de mejorar la productividad en la empresa* [estar donde estes]. Recuperado de <https://bit.ly/3jTh4aV>.
28. Vera, C., y Aboitiz, J. (2017). *Automatización en la logística de hoy* [Omnicanalidad]. Recuperado de <https://bit.ly/3Br4Mwg>.
29. Villeda, S. (Septiembre, 2009). *Mejoramiento del espacio físico dentro del centro de distribución operadores logísticos ransa, para eficientizar*

los recorridos de picking, almacenaje y reposición (tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
Recuperado de <https://bit.ly/3nJJTYq>.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Matriz de coherencia**

Problema	Objetivos	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cómo aplicar una herramienta que automatice la preparación de pedidos en el almacén de un centro logístico?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Proponer una herramienta que automatice el <i>picking</i> y mejore la productividad en la preparación de pedidos en el almacén de un centro logístico.</p>	<p><u>Variables de estudio</u></p> <p>Variable independiente</p> <p>:</p> <p>Las herramientas para la automatización del <i>picking</i>.</p>	<p>Indicadores de variable independiente</p> <p>a. Nivel de recursos necesarios.</p> <p>b. Grado de mejora en las actividades del proceso de <i>picking</i>.</p> <p>c. Nivel de experiencia del personal con la herramienta de automatización propuesta.</p>	<p>a. Elaboración de una lista de comprobación con la descripción y utilización de cada una de las herramientas a utilizar en el diseño de <i>picking</i>.</p> <p>b. Elaboración del diagrama de flujo de operaciones.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a. ¿Qué recursos serán necesarios para aplicar una herramienta de</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a. Plantear los recursos necesarios para realizar un proceso de <i>picking</i> eficiente.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>El nivel de mejora de la productividad</p>	<p>Indicadores de variable dependiente:</p> <p>a. Nivel de utilización</p>	<p>c. Elaboración del diagrama de recorrido del proceso.</p> <p>d. Análisis del proceso y determinación de puntos</p>

Continuación apéndice 2.

<p>automatización del <i>picking</i>?</p> <p>b. ¿Qué tipos de controles será preciso establecer para medir el nivel de productividad en la preparación de pedidos?</p> <p>c. ¿Cómo introducir al personal en la aplicabilidad efectiva de la herramienta de automatización de <i>picking</i> propuesta?</p>	<p>b. Aplicar controles que filtren el proceso de preparación y minimicen los errores en la operación.</p> <p>c. Implementar un proceso de capacitación para el uso efectivo de la herramienta de automatización de <i>picking</i> propuesta.</p>	<p>en la preparación de pedidos.</p>	<p>eficiente de los recursos disponibles.</p> <p>b. Número de errores en la preparación.</p> <p>c. Dedicación del personal.</p>	<p>claves de control.</p> <p>e. Creación de indicadores de capacidad.</p> <p>f. Elaboración de un proceso de capacitación para el uso efectivo de la herramienta de automatización de <i>picking</i> propuesta.</p> <p>g. Medición del desempeño del personal.</p>
---	---	--------------------------------------	---	--

Fuente: elaboración propia.