



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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN
SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA
REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA
DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**

Jeeferson Wilberth Calderon Cermeño

Asesorado por Ing. Alvaro Javier Martínez Carias, MAI

Guatemala, noviembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN
SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA
REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA
DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JEEFERSON WILBERTH CALDERON CERMEÑO
ASESORADO POR ING. ALVARO JAVIER MARTÍNEZ CARIAS, MAI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Ing. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Ing. Rocio Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecun Castellanos
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

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 LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN
SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA
REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA
DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 7 de octubre de 2023.

Jeeferson Wilberth Calderón Cermeño



EEPFI-PP-1472-2023

Guatemala, 7 de octubre de 2023

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Mtro. 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: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Salud y seguridad ocupacional**, presentado por el estudiante **Jeeferson Wilberth Calderón Cermeño** carné número **201403554**, 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,

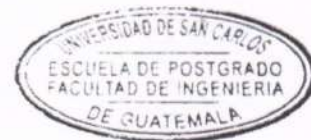
"Id y Enseñad a Todos"

Alvaro M.

Alvaro Javier Martínez Carias
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 15,579

Mtro. Alvaro Javier Martínez Carias
Asesor(a)

[Signature]



Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría

[Signature]

Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIMI-1380-2023

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: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jeeferson Wilberth Calderón Cermeño**, 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



Mtro. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.140.2023

El Decano 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 LA INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE OPERACIÓN SEGURA DE MONTACARGAS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA 70:20:10 PARA LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES CON DAÑO A LA PROPIEDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CEMENTO, UBICADA EN GUATEMALA**, presentado por: **Jeeferson Wilberth Calderon Cermeño** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco
Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 10/11/2023 16:41:19
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 140 CUI: 2911689730101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Que me ha fortalecido y me ha dado la serenidad necesaria en cada momento, permitiendo así alcanzar cada una de mis metas y objetivos trazados a lo largo de mi vida.

Mis padres

Por todo su amor incondicional, porque son el mejor ejemplo de humildad y responsabilidad que tengo, siempre me han apoyado y guiado por el mejor camino.

Mis hermanos

Porque me han apoyado y cuidado en todo momento.

Mis amigos

Por compartir tantos momentos inolvidables, tantas alegrías y tristezas a lo largo de nuestra carrera universitaria, estoy seguro de decir que, sin ellos, nunca hubiera llegado hasta acá.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por tanta sabiduría brindada durante toda mi formación académica.
Mis padres	Por todo el amor incondicional, consejos, regaños, respeto y libertad que me han brindado a lo largo de mi vida, hoy puedo dar gracias que, por todo ese apoyo y amor, soy un hombre de bien.
Mis amigos	Por todas las alegrías, tristezas, estrés y frustración que compartimos a lo largo de la carrera, sé que, sin ellos, no hubiera logrado llegar hasta aquí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	11
3.3.1. Pregunta central	11
3.3.2. Preguntas auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	12
3.4.1. Límite temporal	12
3.4.2. Límite geográfico	12
3.4.3. Límite espacial	12
3.5. Viabilidad	12
3.6. Consecuencias de la investigación	13
3.6.1. De realizarse	13
3.6.2. De no realizarse	13
4. JUSTIFICACIÓN	15

5.	OBJETIVOS.....	17
5.1.	General	17
5.2.	Específicos.....	17
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	19
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Industria de fabricación del cemento.....	21
7.1.1.	Definición.....	21
7.1.2.	Proceso de fabricación del cemento	21
7.1.3.	Extracción de materias primas	22
7.1.4.	Trituración y preparación.....	23
7.1.5.	Cocción del Clinker	23
7.1.6.	Molienda del Clinker	24
7.1.7.	Envasado y despacho	24
7.1.8.	Tipos de productos fabricados	24
7.2.	Departamento de envasado y despacho.....	25
7.2.1.	Descripción de montacargas utilizado en la operación	25
7.2.2.	Tipos de montacargas.....	26
7.2.2.1.	Clase I (montacargas eléctrico).....	26
7.2.2.2.	Clase II (apiladores eléctricos)	26
7.2.2.3.	Clase III (manual)	27
7.2.2.4.	Clase IV y V (combustión interna).....	28
7.2.2.5.	Clase VI y VII (todo terreno).....	28
7.2.3.	Manejo defensivo de montacargas.....	28
7.2.4.	Perfil de operador de montacargas	29
7.2.5.	Mantenimiento de montacargas	30
7.2.6.	Accidentes con daño a la propiedad	32

7.3.	Metodología 70:20:10.....	33
7.3.1.	Definición de la metodología	33
7.3.2.	Historia de la metodología 70:20:10	34
7.3.3.	Implicación de cada porcentaje de aprendizaje	34
7.3.4.	Los 5 momentos de aprendizaje de la metodología.....	34
7.3.4.1.	Novedad	35
7.3.4.2.	Ampliación	35
7.3.4.3.	Aplicación	35
7.3.4.4.	Solución.....	35
7.3.4.5.	Cambio	35
7.3.5.	Ventajas y desventajas de la metodología	36
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	37
9.	METODOLOGÍA.....	41
9.1.	Características del estudio	41
9.2.	Unidades de análisis	42
9.2.1.	Muestra de población No. 1: operadores de montacargas.....	43
9.2.2.	Muestra de población No. 2: meses de documentación histórica.....	44
9.3.	Variables.....	45
9.4.	Fases de estudio	46
9.4.1.	Fase 1. Revisión documental.....	47
9.4.2.	Fase 2. Gestión o recolección de la información	47
9.4.3.	Fase 3. Análisis de información	49
9.4.4.	Fase 4. Interpretación de información	50
9.5.	Resultados esperados.....	51

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	53
10.1.	Resultados de datos de documentación histórica	53
10.2.	Resultados de datos de indicadores gerenciales	54
11.	CRONOGRAMA	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
12.1.	Acceso a la información	57
12.2.	Recursos financiero.....	57
12.3.	Recurso humano	57
12.4.	Recurso tecnológico.....	58
12.5.	Recurso material	59
	REFERENCIAS	61
	APÉNDICES.....	67
	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución	20
Figura 2.	Diagrama del proceso de producción y despacho de cemento ...	22
Figura 3.	Materias primas del cemento	23
Figura 4.	Sistema de montacargas <i>push-pull</i> Clase I.....	27
Figura 5.	Cronograma de actividades	55

TABLAS

Tabla 1.	Variables en estudio	45
Tabla 2.	Matriz de consistencia	46
Tabla 3.	Presupuesto para ejecutar la investigación	60

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Cemento	Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.
Clinker	Es el producto obtenido que se forma tras calcinar caliza y arcilla a altas temperaturas en horno industrial para posteriormente molerlo y obtener cemento.
Producto terminado	Bienes fabricados por la empresa y destinados al consumo final o a su utilización por otras empresas.
SSO	Salud y Seguridad Ocupacional.
Accidente	Suceso imprevisto que altera la marcha normal o prevista de las cosas, especialmente el que causa daños a una persona o cosa.
Montacargas	Equipo móvil de contrapeso, ya que la carga que manipula está fuera de la distancia entre sus ejes.
Push-pull	Accesorio diseñado para que su montacargas pueda transportar cargas en hojas deslizantes.

Operador

Persona que desempeña un oficio manual, especialmente mediante manejo de máquinas en una fábrica o taller.

Metodología

Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar un objetivo específico.

RESUMEN

El departamento de Envasado y Despacho es el principal responsable de la manipulación del cemento desde su salida del área de molienda e ingreso al área de silos. En esta área, el cemento pasa por varios procesos hasta la etapa donde se envasa por medio de una maquina en sacos especiales para ser despachado como producto terminado conformado en tarimas. El proceso de despacho se realiza por medio de montacargas tipo *push-pull* a las unidades de transporte pesado tipo plataforma.

Durante la actividad de despacho de cemento, se identificó junto a la gerencia del departamento el problema principal de esta investigación, el cual es el incremento en los accidentes con daño a la propiedad que tenían los operadores de montacargas en la bodega de producto terminado, es por lo que se realizará un análisis profundo de las causas principales que han provocado los accidentes antes mencionados.

Durante el desarrollo de esta investigación, se iniciará recolectando la información necesaria sobre todos los aspectos negativos que intervienen y propician los accidentes de montacargas. Posteriormente, se realizará un análisis de la información obtenida para filtrar y trabajar en el aspecto crítico de la operación, que es el recurso humano. Para ello, se utilizará la metodología 70:20:10 para reforzar todos los conocimientos teóricos, el acompañamiento en campo y el desarrollo de la experiencia pura durante la operación de montacargas, y de esta manera, lograr el desarrollo de una propuesta de estándar de operación segura de montacargas.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación de sistematización describe de manera clara la problemática que existe con la alta accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado ya que se encuentra en la línea de investigación de Salud y Seguridad Ocupacional; se estudiarán todas las variables presentes en la operación conforme a un proceso ordenado y sistemático, con la finalidad de determinar las causas principales y secundarias que dan paso al problema.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se podrá identificar la existencia de un problema en la operación de montacargas al momento de realizar el despacho de producto terminado y es que del 2021 al 2022 han incrementado en un 300 % los accidentes con daño a la propiedad; por medio de esta investigación se conocerán todos los factores que pueden estar interviniendo negativamente durante la conducción de los operadores de montacargas tipo *push-pull* y que da paso a que se incremente la probabilidad de colisionar entre ellos, con otras maquinarias o con la infraestructura del lugar.

La importancia de esta investigación radica principalmente en la reducción de los accidentes con daño a la propiedad sucedidos en la operación de montacargas, esto se logra a través de un plan de desarrollo de las habilidades duras de los operadores de montacargas y la determinación del sistema vial dentro de la bodega de producto terminado donde realizan sus actividades rutinarias.

Los beneficios de realizar la presente investigación será determinar las principales causas por las cuales han aumentado los accidentes con daño a la

propiedad en las bodegas de producto terminado, identificar las debilidades en el sistema de enseñanza de manejo defensivo de montacargas, verificar el nivel de aprendizaje y métodos andragógicos utilizados durante la capacitación y entrenamiento de operadores de montacargas y poder esquematizar un plan de acción integral por medio de metodología 70:20:10.

A continuación, se detalla una introducción al contenido que se presenta en el Índice Propuesto de esta investigación:

En el capítulo 1, se analizan enfoques primarios y secundarios que permitieron obtener variedad de experiencias con éxito que son la base para encontrar las posibles soluciones al problema central planteado en esta investigación.

En el capítulo 2, se detalla el marco teórico, que incluye una revisión de la industria de fabricación de cemento y los procesos que conlleva obtener el producto terminado; contexto del departamento de Envasado y Despachos que es donde se realizará la investigación y el uso de la metodología 70:20:10 para solución al problema central.

En el capítulo 3, se tiene contemplado el desarrollo de la investigación y en el capítulo 4 se presentan los resultados de la misma, ambos relacionados con cada objetivo específico que son: analizar los puntos de mejora en las habilidades y conocimientos sobre conducción de los operadores de montacargas tipo *push-pull* para disminuir considerablemente los accidentes y determinar los indicadores de la propuesta que ayude a identificar la baja de accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento. Con ello se puede evaluar posibles mejoras en diversos procesos del estudio.

En el capítulo 5, muestra la discusión de los resultados obtenidos en el capítulo 4, esto se encuentra estrechamente relacionado entre el objetivo específico, el marco teórico y los antecedentes investigados.

2. ANTECEDENTES

Investigaciones a nivel nacional e internacional que se exponen a continuación, han sido analizadas de manera detallada y se ha identificado que comparten objetivos respecto a este trabajo de investigación. Estas servirán como punto de referencia orientación para el desarrollo del mismo. Se ha identificado una problemática común entre Guatemala y otros países de respecto a Salud y Seguridad en el Trabajo. En esta situación, las personas no comprenden la importancia de estos aspectos, así como no demuestran un compromiso genuino, además los empleadores no demuestran apoyo necesario a sus empleados para que realicen sus tareas de manera segura.

En cuanto a la investigación realizada por Arapa (2019) en *Identificación de los factores determinantes de los accidentes de tránsito fatales en las provincias de Arequipa, Caylloma e Islay 2018-2018*, los factores que se presentaron con mayor frecuencia en los percances de tipo Atropello, Choque y Despiste, según la clasificación que se propuso en su proyecto son los siguientes: Exceso de confianza (45,2 %), Velocidad no adecuada (24.6 %), Desatención en la conducción (16,5 %), Imprudencia (6,2 %), Velocidad mayor a la permitida (3,6 %), Falla de los sistemas (1,4 %), Impericia (0.6 %), Negligencia (0,6 %), Falla mecánica (0,2 %), Condiciones de la vía (0,2 %), Somnolencia (0,1 %), Otro (problema de salud) 0,1%.

Las conclusiones de Arapa (2019) brindarán una contribución significativa a esta investigación porque se podrá identificar que la parte principal de factores determinantes encontrados durante las clasificaciones de accidentes se atribuyen de forma directa a la mala operación de los piloto, esto indica que las

malas decisiones junto a una conducción negligente son las causas principales por la cuales ocurren los accidentes viales y da una pauta a que se investigue y trabaje más sobre el comportamiento y habilidades de los pilotos u operadores de maquinaria especializada.

En cuanto a Cortéz (2022) en su investigación *Plan de Optimización para el uso adecuado de los montacargas en la operación logística de una empresa de cosméticos en Bogotá* destacó la importancia de llevar un seguimiento diario del uso de los montacargas para evaluar su eficiencia. Se reconoció que la propuesta presentada tiene un gran potencial para reducir los costos logísticos en las operaciones empresariales, incluso antes de completar la fase del proyecto, se evidencia un gran potencial, ya que al hacer el análisis de tiempos y movimientos se logró generar una alerta en cuanto a la capacidad utilizada tanto del personal como del equipo que se utiliza en los procesos de alistamiento, demostrando la factibilidad de ejecución e implementación.

El aporte de Cortéz (2022) a esta investigación será el darle un correcto seguimiento a la eficiencia total que puedan dar los montacargas en el proceso de envasado y despacho realizando un estudio de tiempos y movimiento, esto con el fin de determinar los menores movimientos y traslados posibles de los montacargas dentro de bodega de producto terminado.

Los datos estadísticos presentados por López (2019) en su investigación *Evaluación del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 229-2014 y reformas del reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional y su incidencia en la prevención de la salud laboral de los colaboradores de Fábrica El Zeppelin*, indicaron que un 85 % de los colaboradores le dan alta importancia de la seguridad ocupacional. La investigación puso de manifiesto la necesidad de fortalecer la campaña de

difusión, comunicación y sensibilización entre los colaboradores a manera de abarcar todas las jerarquías de la organización.

Se enfatizó sobre la importancia de tomar medidas preventivas que resulten en una mayor eficacia de la seguridad y salud ocupacional. El aporte a esta investigación será el poder desarrollar un plan óptimo de comunicación y concientización sobre los cuidados e importancia que debe existir al prestarle al manejo de montacargas para evitar daños a infraestructura y equipos de la organización y/o terceros.

De acuerdo con el estudio de Méndez (2021) *Ergonomía y su relación con la Seguridad Laboral de la Operadora de Servicios Montaña Azul* se encontró una conexión limitada entre la Ergonomía y Seguridad Laboral ya que no se han implementado procedimientos ergonómicos que garanticen y salvaguarden la seguridad de los colaboradores. Se identificaron dos clasificaciones de la ergonomía, la primera es ergonomía ambiental como el ruido, ambiente térmico, ambiente visual, vibraciones, radiaciones; la segunda es la ergonomía temporal porque las colaboradoras tienen un horario de trabajo establecido, turnos de jornada, pausas y descansos durante el horario laboral. El aporte a esta investigación será el poder visualizar e investigar el aspecto ergonómico de la operación de montacargas y como puede estar afecta de directa e indirectamente a los colaboradores.

Los aspectos revisados por de Valle (2020) en su informe titulado: *Una mirada desde el enfoque sistémico y la teoría de restricciones, para la mejora y desarrollo de estrategias en la prevención de accidentes en las organizaciones: Estudio de caso, empresas de Autoservicio*, son una visión panorámica del progreso de una intervención realizada a una de las organizaciones más destacadas y de mayor influencia en México. La cuestión de la seguridad

ocupacional en los lugares de trabajo es un desafío que no se debe subestimar a ningún nivel. El control y tratamiento puntal del tema hace que este sea tan grande y complejo como la organización misma; por lo que la aplicación técnica de priorizar y analizar objetivamente las incidencias presentadas es fundamental.

En cuanto a los resultados de, Valle (2020) aportarán de manera positiva a esta investigación ya que permitirá un análisis exhaustivo y una atención especial a todos los factores en materia de seguridad y salud ocupacional que pueden estar afectando directa e indirectamente a los colaboradores durante el manejo de montacargas. La identificación, corrección y control de estos factores tendrán un resultado positivo a todo nivel organizacional involucrado en la operación de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho en mención.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa objeto de investigación se realizó una revisión con Gerencia de envasado y despacho y la Gerencia General de la Unidad de Almacenamiento sobre los accidentes con daño a la propiedad ocurridos en el departamento, específicamente en la operación de montacargas. En conjunto, se verificó que habían aumentado en un 300 % en comparación al año 2021.

3.1. Contexto general

La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de cemento. Las operaciones van desde la extracción de la materia prima en cantera, pasando por un proceso amplio de transformación de dicho material y llegando al punto donde se cargan los camiones tipo plataforma con producto terminado para que pueda ser distribuido alrededor de todo el territorio nacional o vendido directamente al cliente final.

El problema del aumento de accidentes en la operación de montacargas lleva varios años ocurriendo en el departamento de Envasado y Despacho por el crecimiento de la demanda de cemento y la inclusión de más montacargas a la operación, pero hasta el año 2023 no se ha trabajado en el problema, solamente se capturan datos de los eventos ocurridos. Para efectos de tiempo en esta investigación se estará analizando el crecimiento de accidentes del 2021 al 2022.

3.2. Descripción del problema

El departamento de Envasado y Despacho es el responsable de movilizar las tarimas de producto terminado desde la conformación en la maquina paletizadora hasta las unidades de transporte pesado tipo plataforma, esto se realiza por medio de montacargas tipo *push-pull* que son especiales para la operación de cemento ya que no se utilizan tarimas convencionales de madera, en su lugar se utilizan bandejas de plástico que son agarradas por el aditamento especial del montacargas antes mencionado.

Teniendo este contexto, surge la problemática que durante la operación de montacargas los accidentes con daño a la propiedad han aumentado dentro de las bodegas de producto terminado, debido a que existen varios factores de riesgos de colisión por la no existencia de un sistema de vialidad o tráfico dentro de las bodegas, el personal no se encuentra correctamente capacitado y entrenado en manejo defensivo para este tipo de montacargas, no existe una señalización preventiva adecuada instalada en los montacargas ni en la bodega de producto terminado, no existe un sistema de ordenamiento tomando como base el *lay-out* de almacenamiento dentro de la bodega y la diversidad de productos destinados para la carga de camiones es muy variado,

La integración de estos factores de riesgo hace que la operación de montacargas sea muy complicada y estresante para los operadores, ya que ellos tienen un ritmo de trabajo muy fluido y dinámico, porque deben despachar alrededor de 15 unidades tipo plataforma por hora.

Al no presentar atención a todos los factores antes mencionados seguirá existiendo un alto número de choques entre montacargas por conflictos de derecho de vía, seguirán existiendo daños al equipo con altos costos de

reparación, se incrementarán considerablemente los tiempos de servicio a los clientes, continuará el estrés en los operadores de montacargas y la operación se volverá complementa insegura.

3.3. Formulación del problema

Incremento del 300 % en los accidentes con daño a la propiedad durante la operación de montacargas de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala del 2021 al 2022.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el estándar de operación segura de montacargas para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento?
- ¿Cuáles son los puntos de mejora en las habilidades y conocimiento sobre conducción de los operadores de montacargas tipo *push-pull*?
- ¿Cuáles son los indicadores de la propuesta que ayudarán a medir la baja en la accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento?

3.4. Delimitación del problema

A continuación, se podrá observar la delimitación temporal, geográfica y espacial de la investigación.

3.4.1. Límite temporal

La presente investigación se llevará a cabo del 6 de octubre del 2023 al 7 de octubre del 2024.

3.4.2. Límite geográfico

La investigación se llevará a cabo en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de cemento con plantas de producción en los departamentos de San Juan Sacatepéquez y El Progreso, Guatemala.

3.4.3. Límite espacial

La investigación se llevará a cabo en el departamento de Envasado y Despacho, acompañados por los gerentes de esta área en cada una de las plantas de producción antes mencionada, en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.

3.5. Viabilidad

La presente investigación es viable debido a que se tiene contacto con todas las personas involucradas y acceso a toda la información necesaria, ya que se da el soporte directo en temas de Salud y Seguridad Industrial al departamento de Envasado y Despacho de la empresa en mención. Adicionalmente, también

se cuenta con los recursos financieros y tecnológicos que facilitarán la ejecución de esta investigación.

3.6. Consecuencias de la investigación

A continuación, se podrá observar la consecuencia positiva al realizarse la investigación y la consecuencia negativa al no realizarse.

3.6.1. De realizarse

Los beneficios de realizar la investigación de un estándar de operación segura de montacargas será determinar las principales causas por las cuales han aumentado los accidentes con daño a la propiedad en las bodegas de producto terminado, identificar las debilidades en el sistema de enseñanza de manejo defensivo de montacargas, verificar el nivel de aprendizaje y métodos andragógicos utilizados durante la capacitación y entrenamiento de operadores de montacargas, verificar la señalización preventiva actual instalada en la bodega y los montacargas, determinar el nivel de estrés que enfrentan los operadores al momento de cargar producto terminado a las plataformas, y poder esquematizar un plan de acción integral por medio de metodología 70:20:10.

3.6.2. De no realizarse

Las consecuencias de no realizar la investigación de un estándar de operación segura de montacargas será la continuación del alto número de choques entre montacargas por conflictos de derecho de vía, choques por puntos ciegos dentro de la bodega y durante la carga de camiones, daños al equipo y a la carga de producto terminado que transportan. Todo esto se reflejará en el incremento de costos directos e indirectos para la empresa y el operador, mayor

retraso en el tiempo de servicio a los clientes, continuará el estrés en los operadores de montacargas, posibles daños a la infraestructura de la empresa y al patrimonio de terceros.

4. JUSTIFICACIÓN

La investigación se sitúa en la línea de investigación de Salud y Seguridad Ocupacional en el área de Sistemas Integrados de Gestión de la Maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se enfocará en la propuesta de un estándar de operación segura de montacargas para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado.

La necesidad de realizar esta investigación consiste en identificar las principales causas que están afectando a los operadores de montacargas al momento de realizar sus actividades rutinarias de despacho de producto terminado dentro de la bodega de una empresa dedicada a la fabricación de cemento. Así también, identificar la problemática que existe en el entorno vial donde transitan los montacargas con el fin de determinar planes de acción para reducir considerablemente los accidentes con daño a la propiedad sucedidos en la empresa en mención.

La importancia de esta investigación radica principalmente en la reducción de los incidentes con daño a la propiedad sucedidos en la operación de montacargas, esto se logra a través de un plan de desarrollo de las habilidades duras de los operadores de montacargas y la determinación del sistema vial dentro de la bodega de producto terminado donde realizan sus actividades rutinarias.

La motivación de esta investigación es poder apoyar a la gestión del departamento de Envasado y Despacho en la operación de despacho de

producto terminado a través del desarrollo de un estándar que ayude a los montacarguistas a realizar sus funciones diarias de una manera eficiente y segura con la finalidad de entregar un mejor tiempo de servicio a los clientes internos y externos de la empresa.

Los beneficios de esta investigación será determinar las principales causas por las cuales han aumentado los accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado y poder trabajar en un plan de acción que reduzca considerablemente el daño al equipo, el daño a la carga transportada, el daño a la propiedad de terceros y evitar los costos directos e indirectos derivados de estos accidentes.

Los beneficiarios de esta investigación son directamente todos los operadores de montacargas, los Jefes de Turno y el Gerente del departamento de Envasado y Despacho ya que al reducir los accidentes con daño a la propiedad se puede tener una mejor gestión de despacho, un mejor tiempo de servicio para los clientes internos y externos, y evitar costos directos e indirectos en la operación.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un estándar de operación segura de montacargas para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala.

5.2. Específicos

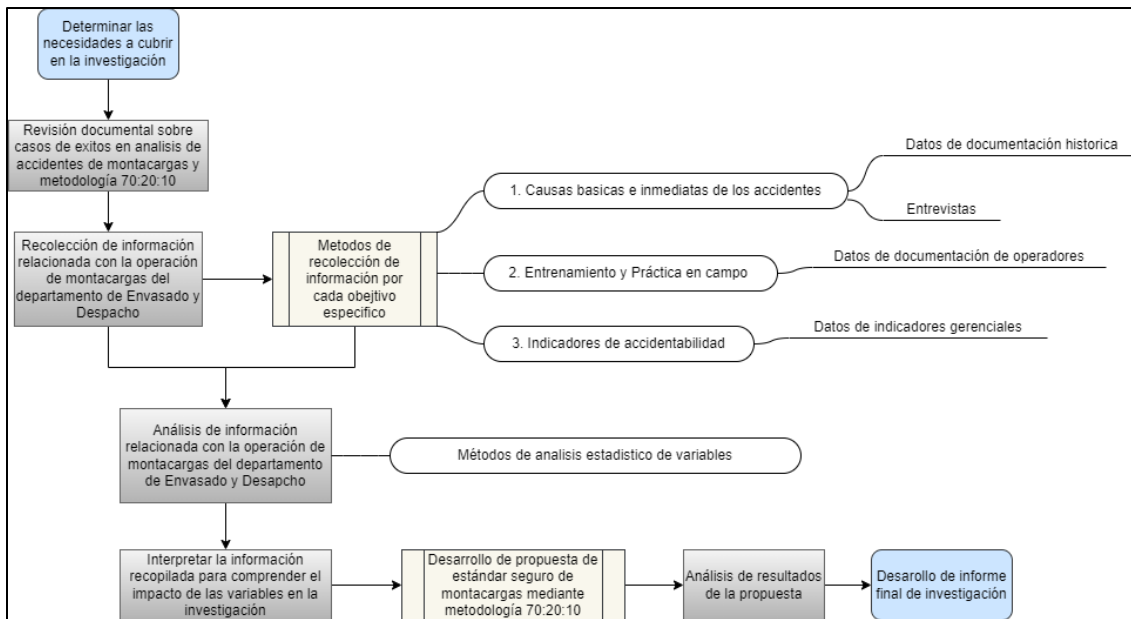
1. Identificar las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.
2. Analizar los puntos de mejora en las habilidades y conocimientos sobre conducción de los operadores de montacargas tipo *push-pull* para disminuir considerablemente los accidentes.
3. Determinar los indicadores de la propuesta que ayude a identificar la baja de accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad a cubrir con esta investigación consiste en identificar las principales y más importantes causas que están afectando a los operadores de montacargas al momento de realizar las actividades de despacho de producto terminado dentro de la bodega de una empresa dedicada a la fabricación de cemento. Así también, identificar la problemática que existe en el entorno vial donde transitan los montacargas ya que no se tiene claro el procedimiento correcto del despacho de tarimas de cemento y como deben transitar dentro de la bodega antes mencionada.

Esta investigación tendrá una secuencia de procesos los cuales inicia desde un estudio a la operación, estudio conductual y entrevista de los operadores, estudio del perfil del puesto de montacarguista, análisis de la tarea y el entorno vial en el que se trabaja; todo lo anterior con el objetivo de determinar los factores más importantes que están coadyuvando a incrementar la probabilidad que exista un accidente con daño a la propiedad entre montacargas.

Figura 1.
Esquema de solución



Nota. Esquema de pasos para desarrollar la solución de la investigación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Industria de fabricación del cemento

La industria de fabricación de cemento es un sector que se enfoca en la fabricación de un material aglomerante llamado cemento, utilizando en la construcción para unir fragmentos de piedra y material triturado en una masa compacta y duradera (WCA, 2020).

7.1.1. Definición

La industria de fabricación de cemento es un sector esencial en la edificación y avance de infraestructuras a nivel global. Para la Asociación Mundial del Cemento (WCA, por sus siglas en inglés), el cemento se define como un material aglomerante que se utiliza para unir fragmentos de piedra o material triturado en una masa compacta y duradera. Su producción implica la combinación de materias primas como caliza, arcilla y yeso, que se someten a condiciones de altas temperaturas en un proceso llamado calcinación para obtener el clinker de cemento, que luego se muele para producir el producto final.

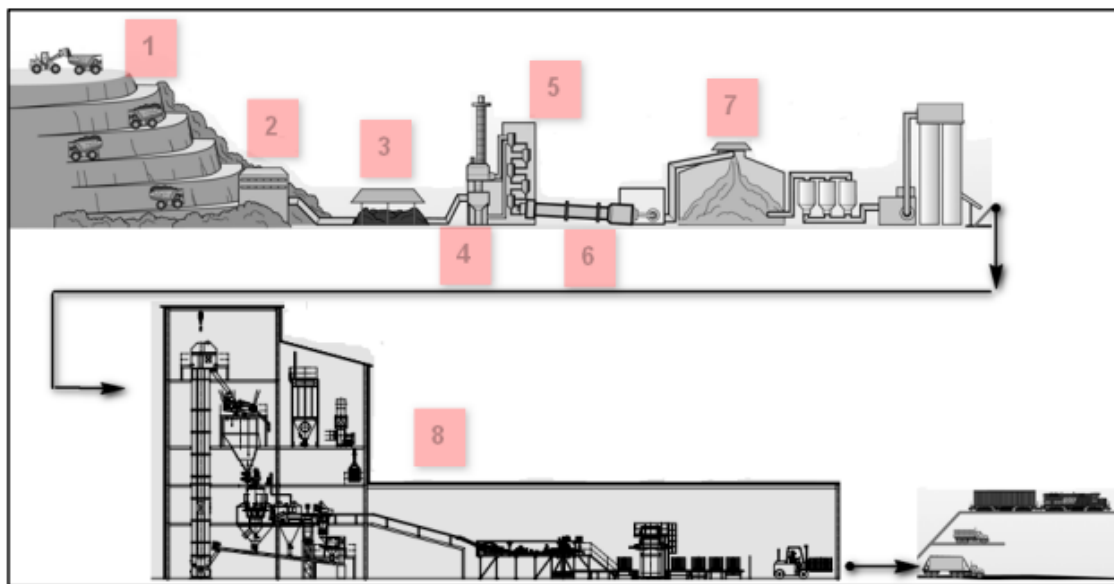
7.1.2. Proceso de fabricación del cemento

La industria de fabricación de cemento es un sector fundamental en la construcción y desarrollo de infraestructuras en todo el mundo. Según la Asociación Mundial del Cemento (WCA, por sus siglas en inglés), el cemento se define como una sustancia aglutinante que utilizado para unir fragmentos de piedra o material triturado en una masa compacta y duradera. Su producción

implica la combinación de materias primas como caliza, arcilla y yeso, que son sometidas a condiciones de extremas temperaturas. A este proceso se le conoce como calcinación para obtener el clinker de cemento, que luego se muele para producir el producto final (Sanjuán y Chichón, s.f.)

Figura 2.

Diagrama del proceso de producción y despacho de cemento



Nota. Diagrama del proceso de producción y despacho del cemento. Obtenido de S. Montti (2015). *Análisis Preliminar para la Adecuación del Ensacado de Cemento en Sacos de 25 Kilogramos.* (<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/2366>), consultado el 22 de agosto de 2023. De dominio público.

7.1.3. Extracción de materias primas

Los componentes principales del cemento son Óxido de Calcio (CaO), sílice, óxido de hierro y alúmina, los cuales son extraídas de las canchales utilizando excavadoras. (Kosmatka y Panerese, 2002)

Figura 3.

Materias primas del cemento



Nota: Materia prima para la fabricación de cemento (arena y áridos). Obtenido de J. Polanco, S. Cavia y C. García. (s.f.). *Ciencia de los materiales*. (<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2219/course/section/2101/Leccion9b.pdf>), consultado el 10 de septiembre de 2023. De dominio público.

7.1.4. Trituración y preparación

Una vez que se obtienen las materias primas, se someten a un proceso de trituración para reducir su tamaño a partículas más pequeñas. Luego, se mezclan en las proporciones adecuadas para obtener una mezcla homogénea (European Cement Research Academy (ECRA), 2017).

7.1.5. Cocción del Clinker

La mezcla homogénea se introduce en un horno rotativo a condiciones de altas temperaturas, esto alrededor de 1,450 °C (2,642°F). Este proceso es conocido como calcinación y tiene como resultado la formación del material

llamado “Clinker”, el cual es una especie de gránulo o nódulo de material altamente reactivo (ECRA, 2017).

7.1.6. Molienda del Clinker

El Clinker se enfría y después debe molerse en molinos de bolas, esto con el fin de obtener un polvo fino. Durante la molienda, se pueden agregar adiciones como yeso para regular el tiempo de endurecido o fraguado y mejorar ciertas propiedades del cemento (Oficemen, s.f.).

7.1.7. Envasado y despacho

El cemento se envasa en sacos o se carga sin ningún tipo de empaque en camiones, trenes o barcas, según las necesidades de los clientes y las facilidades disponibles. (Asocem, s.f.). Este proceso se realiza con máquinas ensacadoras automáticas que llenan y sellan los sacos de cemento con precisión. Estos sacos suelen tener un peso estándar, como 25 o 50 kilogramos, y están diseñados para mantener la calidad y evitar la humedad (González, 2014).

7.1.8. Tipos de productos fabricados

La industria dedicada a la producción del cemento produce una amplia gama de productos, desde el cemento convencional empleado en la edificación de estructuras y vías, hasta cementos especiales como el cemento de aluminato de calcio, que se utiliza en aplicaciones refractarias de alta temperatura (González, 2014). Además, se fabrican cementos con adiciones como escoria o cenizas volantes para optimizar así sus propiedades específicas. Estos productos se utilizan en diversas aplicaciones, desde la fabricación de concreto hasta la estabilización de suelos (Sanjuán, s.f.).

7.2. Departamento de envasado y despacho

La sección encargada del envasado y despacho de una empresa cementera desempeña un papel esencial en el proceso de producción y entrega de cemento. En esta área, se realiza el proceso de envasado del cemento en sacos o contenedores que sean ideales para su transporte y posterior entrega a los clientes. Los envases y el procedimiento de envasado de cemento deben cumplir la función básica de resguardar y conservar la calidad, cantidad e integridad del producto (González, 2014).

Además, se lleva a cabo la coordinación y gestión de la planificación logística de despacho para garantizar que los productos sean entregados eficazmente y dentro de los tiempos acordados. (LaFargeHolcim, s.f.)

Este departamento suele contar con equipos especializados, como montacargas de gran capacidad y sistemas de pesaje para asegurar la precisión en el envasado. También se aplican estrictas medidas de seguridad para prevenir accidentes durante la manipulación y el despacho de productos. (Asocem, s.f.)

7.2.1. Descripción de montacargas utilizado en la operación

En el área de envasado y distribución de una instalación de producción de cemento, los montacargas desempeñan un papel crucial en la manipulación de los productos finales. Usualmente, se utilizan montacargas de gran capacidad y resistencia, como montacargas todoterreno con neumáticos sólidos y contrapesos adecuados para el traslado de sacos de cemento y otros materiales pesados. Estos montacargas, por lo general están equipados con sistemas de pesaje y sistemas de seguridad para asegurar el funcionamiento eficiente y seguro.

7.2.2. Tipos de montacargas

Existen diferentes tipos de montacargas utilizadas en las industrias según sus características distintivas.

Los diferentes tipos o variantes de montacargas pueden dividirse por categorías o por clases.

A continuación, se presentan las descripciones de diferentes montacargas, establecidos por clases.

7.2.2.1. Clase I (montacargas eléctrico)

El peso propio del vehículo realiza un contrapeso para la carga que se transporte, siendo el eje delante el punto de referencia para mover la carga. La gran mayoría de esta clase, tiene funcionamiento ideal para uso en interiores o espacios sin mayor ventilación pues no emite gases que puedan contaminar el ambiente (Autoelevadores, s.f.).

7.2.2.2. Clase II (apiladores eléctricos)

Son equipos con motor eléctrico y con un tamaño relativamente pequeño, el cual puede utilizarse en espacios de igual o menor tamaño. Tiene como característica las ruedas sólidas, sin embargo estas varían según el modelo, ya sea como conductores o retráctiles (Autoelevadores, s.f.).

Los montacargas de tres ruedas se distinguen por ser Clase II en su practicidad de ingreso a espacios reducidos (Swartz, 1999).

Además, Los montacargas *push-pull* o *clamp* también se utilizan como Clase I y Clase II, debido a que utiliza el contrapeso diseñado para uso en espacios interiores y almacenes, utilizados para manejar tarimas con producto y facilitar su traslado. Esta clase de dispositivo permite a los colaboradores sujetar, mover y apilar cargas de forma eficaz y precisa, mejorando la productividad y la versatilidad del montacargas de esta clase (ILA, 2022).

Figura 4.

Sistema de montacargas push-pull Clase I



Nota: Sistema *pull-push*. Obtenido de ILA (2022). ¿cómo y que es el sistema *pull-push* en los montacargas? (<https://ventamontacargas.mx/como-y-que-es-el-sistema-pull-push-en-los-montacargas/>), consultado 13 de septiembre de 2023. De dominio público.

7.2.2.3. Clase III (manual)

Tiene la característica de operación manual, mediante manijas en la parte trasera.

Se emplean para manipular cargas ubicadas a ras del suelo, como carretillas para transportar de un punto a otro de manera práctica y eficiente (Autoelevadores, s.f.).

7.2.2.4. Clase IV y V (combustión interna)

Son montacargas que utilizan combustión interna, con contrapeso y un asiento interno para el operador. La Clase IV posee neumáticos sólidos para prevenir pinchaduras de las llantas, mientras que la Clase V utiliza neumáticos inflables y reforzados. Se utilizan para el acopio y movimiento eficiente de materiales que no se consideran de gran tamaño (Autoelevadores, s.f.). El Montacargas lateral es una muestra de este tipo de equipos, que es útil en espacios confinados (Swartz, 1999).

7.2.2.5. Clase VI y VII (todo terreno)

Son diseñados especialmente para áreas difíciles, siendo los sectores principales de uso el agrícola, industrial como obras de construcción y megaproyectos. Pueden llegar a soportar hasta 120 toneladas de carga, según el tamaño y necesidad de uso (Autoelevadores, s.f.).

Los montacargas todoterreno y telescópicos son específicos de esta clase (Swartz, 1999).

7.2.3. Manejo defensivo de montacargas

El manejo defensivo de montacargas es esencial para prevenir accidentes en el departamento de envasado y despacho. Los colaboradores deben estar capacitados para reconocer los peligros potenciales, seguir las normativas de

seguridad, y tener siempre presente que velocidad adecuada es sumamente importante. Además, deben tener en cuenta las condiciones del suelo y la visibilidad al operar el montacargas (Oficina Internacional de Trabajo, 1972).

7.2.4. Perfil de operador de montacargas

El operador de montacargas debe ser una persona certificada y capacitada para realizar las condiciones seguras de estos equipos. Debe estar atento, tener habilidades de comunicación efectiva y ser capaz de seguir procedimientos operativos seguros. Además, debe estar familiarizado con el mantenimiento básico del montacargas y comprender los fundamentos de equilibrio y carga.

En cuanto al Manual de Montacargas, State Fund (2015) algunos puntos a tomar en cuenta sobre las capacidad y habilidades del operador son:

- Se comunique eficazmente
- Entienda regulaciones de seguridad aplicables al montacargas
- Tiene conocimientos de los diferentes diseños de montacargas y usos en el entorno laboral.
- Tiene consciencia y sabe sobre las condiciones y riesgos inherentes al sitio de trabajo
- Se familiariza con la documentación de operativos seguros

Debe existir un programa de formación de seguridad de montacargas para garantizar que se conoce y se aplica la normativa respecto al perfil requerido para el operador. Este conlleva el incluir la instrucción formal respecto a clases teóricas donde incluirse las normativas aplicables de montacargas, videos de seguridad apropiados, sesión de preguntas y respuestas y pruebas escritas (State Fund, 2015).

Además, debe de existir la instrucción práctica que es requerida para poder certificar operadores. Esta debe incluir formación previa y durante el proceso de verificación de seguridad de montacargas, el levantamiento e identificación del circuito y la capacitación sobre los riesgos y peligros específicos y circunstancias que pueden estar en el entorno laboral (State Fund, 2015).

Como tercera fase, se tiene evalúa continuamente la ejecución en el entorno laboral donde, después de la formación y capacitación formal y práctica se comprueba la comprensión y aplicación del conocimiento del manejo de montacargas (State Fund, 2015).

7.2.5. Mantenimiento de montacargas

El mantenimiento regular de los montacargas es fundamental para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. Esto incluye revisiones diarias previo a su uso, reparaciones preventivas programadas y la atención inmediata a cualquier problema identificado. La documentación correspondiente a procedimientos, instructivos y registros deben llevarse meticulosamente y seguir las recomendaciones del fabricante (Tecnología para la Industria, 2020).

En cuanto a, Ruiz (2010) el mantenimiento ideal de los montacargas es crucial por las siguientes razones:

- Seguridad: la falta de un adecuado mantenimiento puede dar lugar a accidentes graves en el entorno laboral, poniendo en riesgo la vida de los colaboradores.
- Eficiencia operativa: un montacargas en óptimas condiciones aumenta el rendimiento de las operaciones que se manejan a nivel logístico y reduce los tiempos muertos.
- Costos: la prevención en cuestión de mantenimiento es más rentable que las costosas labores de reparación después de una avería

En cuanto a, Ruiz (2010) indica que existen cuatro tipos de mantenimiento:

- Correctivo: se efectúa como respuesta a una falla o problema específico. Se requiere realizarla con la mayor prontitud para evitar interrupciones en las operaciones.
- Preventivo: incluye inspecciones periódicas, lubricación, ajustes y reemplazo de piezas según un programa preestablecido para evitar averías.
- Predictivo: utiliza datos y tecnología avanzada (como sensores) para predecir cuándo hay probabilidades que ocurra una avería y planificar el mantenimiento en consecuencia.
- Modificativo: se realizan reparaciones continuamente, sin lograr restablecer plenamente la funcionalidad del equipo. Por esta razón, se llevan a cabo investigaciones exhaustivas, para identificar el causante de la falla.

7.2.6. Accidentes con daño a la propiedad

Los accidentes con montacargas que resultan en daños a la propiedad pueden ser costosos y peligrosos. Para evitarlos, se deben seguir rigurosas normativas de seguridad y formación para los operadores. Si ocurre un accidente, es esencial realizar un examen minucioso para descubrir las razones detrás del suceso y tomar acciones para prevenir futuros incidentes (Occupational Safety and Health Administration, 2018).

En cuanto a, Ludus (2022) formación de seguridad, los accidentes pueden incluir:

- Colisiones con estructuras: los montacargas pueden chocar con paredes, estanterías, pilares u otras edificaciones en el almacén. Estas colisiones pueden dañar tanto el montacargas como la estructura en sí, lo que puede conllevar costos altos de reparación.
- Daños a estanterías y almacenamiento: un manejo inadecuado del producto puede generar daños en estanterías, pallets y productos almacenados, ocasionando pérdida de inventario y perjuicios a los bienes.
- Colisiones con otros equipos: en entornos donde se utilizan múltiples equipos industriales, como montacargas y vehículos de carga, las colisiones entre estos equipos pueden causar daños considerables a ambos.
- Incendios o derrames de productos: un manejo inadecuado de materiales o peligrosos o productos químicos almacenados en el montacargas puede

dar lugar a incendios o derrames que causen daños a la propiedad y representen cargos para la seguridad.

Los accidentes con daño a la propiedad pueden tener varias consecuencias negativas, incluyendo:

- **Costos Económicos:** costos de reparación o reemplazo de la propiedad dañada significativos, afectando rentabilidades.
- **Reparaciones y tiempo de inactividad:** los montacargas dañados requieren reparaciones, lo que genera tiempo de inactividad en las operaciones y retrasos en la entrega de productos.
- **Reputación y seguridad:** los accidentes pueden dañar la reputación de la empresa y poner en peligro la seguridad de los trabajadores.

7.3. Metodología 70:20:10

La Metodología 70:20:10 es un enfoque de aprendizaje que sugiere que el conocimiento se adquiere de la siguiente manera: el 70 % proviene de la experiencia en el trabajo, el 20 % de la interacción social, y el 10 % de la formación formal (Lombardo & Eichinger, 1996).

7.3.1. Definición de la metodología

La metodología 70:20:10 es un enfoque de aprendizaje que se utiliza en entornos educativos y corporativos para maximizar la efectividad del desarrollo de habilidades y conocimientos. Esta metodología sostiene que el aprendizaje se distribuye de la siguiente manera: el 70 % proviene de la experiencia práctica en

el trabajo, el 20 % del aprendizaje social y la interacción con otros, y el 10 % de la formación formal y estructurada (Arets, 2016).

7.3.2. Historia de la metodología 70:20:10

La metodología 70:20:10 se originó en los años 60 y 70 en la investigación de Morgan McCall, Michael M. Lombardo y Robert A. Eichinger en el Center for Creative Leadership (CCL). Se basó en observaciones sobre cómo los líderes aprenden y se desarrollan en el trabajo. A lo largo de los años, esta metodología se ha difundido y adoptado en diferentes organizaciones y sectores como un enfoque eficaz para el desarrollo de habilidades y conocimientos (Arets, 2016).

7.3.3. Implicación de cada porcentaje de aprendizaje

El 70 % de aprendizaje a través de la experiencia práctica implica que la mayoría del conocimiento se adquiere en situaciones reales de trabajo. El 20 % de aprendizaje social destaca la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos entre colegas, mientras que el 10 % de formación formal subraya la utilidad de la educación estructurada y los programas de formación (Arets, 2016).

7.3.4. Los 5 momentos de aprendizaje de la metodología

Dentro de la metodología 70:20:10, se identifican cinco momentos de aprendizaje, según Kasper Spiro, desarrollador en el mundo e-learning.

7.3.4.1. Novedad

Cuando se aprende algo por primera vez. Los colaboradores aprenden conocimientos nuevos, principalmente mediante un aprendizaje formal descendente.

7.3.4.2. Ampliación

Al momento de ampliar los conocimientos adquiridos, ocurre el aprendizaje formal. Esto se realiza mediante videos, cursos breves o preguntas frecuentes.

7.3.4.3. Aplicación

Al momento de poner en práctica lo ya aprendido. Esta necesidad se desarrolla principalmente en el trabajo y tiene la capacidad de un enfoque en equipo pues se ayudan entre colaboradores para que se aplique el aprendizaje.

7.3.4.4. Solución

Al momento de utilizar el conocimiento adquirido para solucionar una problemática porque algo no ha salido como se esperaba o como se tenía planificado.

7.3.4.5. Cambio

Al tener los conocimientos del aprendizaje, este va en enfoque de mejora, haciendo cambios sobre lo que ya se conoce y mejorando la técnica de aplicación.

7.3.5. Ventajas y desventajas de la metodología

Las ventajas de la metodología 70:20:10 incluyen un enfoque centrado en la aplicación práctica, el fomento de la colaboración y el aprendizaje entre colegas, y la optimización de recursos al aprovechar las experiencias laborales, aumentando la productividad y reteniendo el conocimiento (Spiro, s.f.).

Sin embargo, las desventajas pueden surgir si no se implementa de manera equilibrada, lo que puede llevar a la falta de estructura en el aprendizaje formal o la subestimación de la importancia de la formación estructurada (Medina, 2021).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Industria de fabricación del cemento

2.1.1. Definición

2.1.2. Proceso de fabricación del cemento

2.1.3. Extracción de materias primas

2.1.4. Trituración y preparación

2.1.5. Cocción del Clinker

2.1.6. Molienda del Clinker

2.1.7. Envasado y despacho

2.1.8. Tipos de productos fabricados

2.2. Departamento de Envasado y Despacho

2.2.1. Descripción de montacargas utilizados en la
operación

- 2.2.2. Tipo de montacargas
 - 2.2.2.1. Clase I (montacargas eléctrico)
 - 2.2.2.2. Clase II (apiladores eléctricos)
 - 2.2.2.3. Clase III (manual)
 - 2.2.2.4. Clase IV y V (combustión interna)
 - 2.2.2.5. Clase VI y VII (todo terreno)
- 2.2.3. Manejo defensivo de montacargas
- 2.2.4. Perfil de operador de montacargas
- 2.2.5. Mantenimiento de montacargas
- 2.2.6. Accidentes con daño a la propiedad
- 2.3. Metodología 70:20:10
 - 2.3.1. Definición de la metodología
 - 2.3.2. Historia de la metodología
 - 2.3.3. Implicación de cada porcentaje de aprendizaje
 - 2.3.4. Los 5 momentos de aprendizaje de la metodología
 - 2.3.4.1. Novedad
 - 2.3.4.2. Ampliación
 - 2.3.4.3. Aplicación
 - 2.3.4.4. Solución
 - 2.3.4.5. Cambio
 - 2.3.5. Ventajas y desventajas de la metodología

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Fase 1: revisión documental
- 3.2. Fase 2: gestión o recolección de la información
- 3.3. Fase 3: análisis de información
- 3.4. Fase 4: interpretación de información

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Objetivo 1

4.2. Objetivo 2

4.3. Objetivo 3

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Objetivo 1

5.2. Objetivo 2

5.3. Objetivo 3

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

En el presente estudio de investigación se detallan variables con enfoque mixto, además de un diseño no experimental. Tiene un periodo de secuencia de estudio transversal debido a que se desarrollará en un rango de tiempo específico y el análisis con su alcance será descriptivo. Además, se describen las fases de estudio, las cuales se dividen en cinco fases que muestran las técnicas y herramientas de recolección de datos, basadas en los objetivos de esta investigación.

También, se presenta la unidad de análisis con una muestra y población que tienen relación directa con los operadores de montacargas del departamento de Envasado y Despacho. Con esto, se desarrollará una propuesta de estándar de conducción segura de montacargas que darán como resultado la reducción de los accidentes con daño a la propiedad en las operaciones de una empresa dedicada a la fabricación de cemento.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es mixto, debido a que se recolectarán y analizarán los datos de variables cualitativas y cuantitativas que servirán para comprender mejor el contexto de los objetivos específicos propuestos en la presente investigación, dado que se tienen técnicas de recolección como análisis de perfiles de puestos para determinar las competencias técnicas que deben tener los operadores de montacargas; también, se estarán recolectando datos cuantitativos como horas laborales por cada turno, costos asociados a los

accidentes históricos e indicadores de accidentabilidad asociado a la operación de montacargas.

El análisis y alcance es de tipo descriptivo, dado que se dará a conocer las competencias técnicas que debe poseer todo operador de montacarguista antes de ingresar al puesto de trabajo, los procedimientos que debe seguir para una óptima y segura operación de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho de una empresa que se dedica a la fabricación de cemento con la finalidad de reducir al máximo los accidentes con daño a la propiedad.

El diseño adoptado será no experimental, puesto que la información que se estudiará sobre la operación de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho estará en su estado original sin ninguna manipulación. Además, será en un periodo y secuencia de estudio transversal, dado que se estudiará en un tiempo determinado el estándar de operación segura de montacargas mediante la metodología 70:20:10 con la finalidad de reducir al máximo los accidentes con daño a la propiedad en una empresa dedicada a la fabricación de cemento en Guatemala.

9.2. Unidades de análisis

Se extraerán 2 muestras estadísticas, ya que se analizará más de una población; en todas se toma el 95% como nivel de confianza y el 5% como nivel de error. Como lo anterior se realizará el análisis de muestreo estadístico con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

9.2.1. Muestra de población No. 1: operadores de montacargas

La población total en estudio será de 75 operadores de montacargas, los cuales laboran en el departamento de Envasado y Despacho de la Unidad de Cemento de la empresa en mención.

Donde:

N = tamaño de la población 75

σ = desviación estándar de la población 0.5

Z = nivel de confianza: 1.96

e = error de la muestra: 0.05

n = tamaño de la muestra: ¿?

Solución:

$$n = \frac{75 * 0.5^2 * 1.96^2}{(75 - 1) * (0.05^2) + (0.5^2 * 1.96^2)}$$

$$n = 62.89 \approx 63$$

Según el resultado del cálculo, se tomarán 63 operadores como muestra y se trabajará con esta parte de la población total de montacarguistas del departamento de Envasado y Despacho para aplicar la propuesta de estándar de conducción segura de montacargas basado en la metodología 70:20:10.

9.2.2. Muestra de población No. 2: meses de documentación histórica

La segunda población son los meses históricos del 2021 y 2022 en donde han ocurrido los accidentes en la operación de montacargas dentro del departamento de Envasado y Despacho, donde la población total son 24 meses que abarcan ambos años de estudio.

Donde:

N = tamaño de la población 24

σ = desviación estándar de la población 0.5

Z = nivel de confianza: 1.96

e = error de la muestra: 0.05

n = tamaño de la muestra: ¿?

Solución:

$$n = \frac{24 * 0.5^2 * 1.96^2}{(24 - 1) * (0.05^2) + (0.5^2 * 1.96^2)}$$

$$n = 22.64 \approx 23$$

Debido a que el resultado de la muestra es de 23 meses, se decide tomar el total de la población, ya que no se tiene tanta diferencia con el valor de esta. La muestra será 24 meses de estudio de documentación histórica.

9.3. Variables

Las variables de la presente investigación son con enfoque mixto y se describen en la Tabla 1 con una breve definición conceptual y operativa:

Tabla 1.

Variables en estudio

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Causas	Son las relacionadas con condiciones inseguras y actos inseguros durante la realización de una tarea y que intervinieron en el accidente.	Se identificarán por medio de un análisis de causas inmediatas y básicas de los accidentes sucedidos.
Entrenamiento	Aprendizaje que se desarrolla en el lugar de trabajo para mejorar el rendimiento de los empleados.	Se medirá respecto a la aprobación de cursos relacionados con la operación de montacargas.
Práctica en campo	Actividades realizadas en el puesto de trabajo que brindan la oportunidad de ampliar los conocimientos y habilidades adquiridos durante el entrenamiento inicial.	Se medirá en horas de práctica conforme a un perfil de puesto de operador de montacargas
Accidentes	Es el resultado de un fallo o un uso indebido de equipos industriales.	Se contabilizará todo accidente con daño a la propiedad sucedido durante la operación de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho.

Nota. Variables cuantitativas y cualitativas con definiciones para comprobar los objetivos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

En la Tabla 2 se detallan las variables con sus indicadores y técnicas de recolección para llevar a cabo la presente investigación:

Tabla 2.*Matriz de consistencia*

Objetivo específico	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Identificar las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.	Causas	Cualitativa	Causas inmediatas y básicas	Datos de documentación histórica Entrevista
Analizar los puntos de mejora en las habilidades y conocimientos sobre conducción de los operadores de montacargas tipo <i>push-pull</i> para disminuir considerablemente los accidentes.	Entrenamiento	Cualitativa	Certificación de cursos	Datos de documentación de operadores
	Práctica en campo	Cuantitativa	Horas de práctica	Datos de documentación de operadores
Determinar los indicadores de la propuesta que ayude a identificar la baja de accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.	Accidentes	Cuantitativa	Número de accidentes	Datos de indicadores gerenciales

Nota. Matriz de consistencia. Elaboración propia, realizada con Microsoft Word.

9.4. Fases de estudio

El presente análisis se realizará en base a cuatro diferentes fases, con el fin de cumplir con los objetivos determinados en la presente investigación:

9.4.1. Fase 1. Revisión documental

En el desarrollo de la primera fase será posible adquirir conocimientos teóricos posterior a la revisión documental de tesis de maestría locales e internacionales, artículos científicos y libros relacionados con la metodología propuesta en esta investigación, con el objetivo de lograr la considerable reducción de accidentes durante la operación de montacargas, esta documentación se puede encontrar en las referencias bibliográficas de la presente investigación.

9.4.2. Fase 2. Gestión o recolección de la información

En el objetivo 1, es importante recolectar e identificar las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas, y para identificar lo mencionado, se debe buscar la raíz del caso dentro del departamento de Envasado y Despacho. Por ende, se empezará por revisar datos de documentación histórica relacionados con accidentes de montacargas en todos los meses del año 2021 y 2022 para conocer las principales causas inmediatas y básicas que provocaron los mismos. Como segundo paso, se desarrollarán entrevistas directas a los operadores, los Jefes y Gerentes del departamento de Envasado y Despacho como se detalla más adelante. A continuación, se detallan las técnicas de recolección a utilizar.

Datos de documentación histórica: esta herramienta se realiza para identificar las causas primarias y secundarias que han conllevado a los accidentes durante la operación de montacargas en el departamento en mención y los efectos negativos que conllevan estos accidentes, de igual forma, contribuyen para formar una base en el desarrollo del estándar de operación seguro de montacargas.

Entrevistas: se deben realizar entrevistas a los operadores de montacargas, a los Jefes de Turno y a los Gerentes de ambas plantas, individualmente. Con esto, se puede obtener información sobre los procedimientos correctos para conducir un montacargas, movilizar las tarimas de producto terminado, forma correcta de cargas y descargar las unidades, vialidades apropiadas de tránsito, perfil correcto del operador de montacargas, capacitaciones técnicas que deben poseer todos los operadores, entre otros. En conclusión, tomando como base esta herramienta para la recolección de información, podemos obtener suficiente conocimiento de los procedimientos correctos de operación y los conocimientos que deben poseer los operadores de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho.

En el objetivo 2 se analizarán los puntos de mejora en las habilidades y conocimientos sobre conducción de los operadores de montacargas, y por ello se debe de recolectar la información que se encuentra en la base de datos de sus expedientes, en donde se encuentra toda la información de su experiencia y su formación como montacarguista. A continuación, se detalla la técnica de recolección a utilizar para este objetivo:

Datos de documentación de los operadores: esta herramienta de recolección se realiza para recabar información sobre los entrenamientos o cursos que la persona recibió sobre la conducción segura de montacargas. Además, esta misma técnica de recolección sirve para obtener la información sobre cuantas horas de práctica en campo tienen los montacarguistas antes de ingresar a la empresa y cuantas llevan según su antigüedad en el puesto de trabajo.

En el objetivo 3 de determinarán los indicadores que ayuden a identificar la baja accidentabilidad en la operación de montacargas del departamento de

Envasado y Despacho de la empresa en mención, para ello, como primer punto se debe identificar la documentación en donde se encuentran los accidentes sucedidos entre el año 2021 y 2022 y como segundo punto se debe de realizar la herramienta de recolección, la cual se detalla a continuación:

Datos de indicadores gerenciales: esta herramienta de recolección se realiza para recabar toda la información necesaria e importante sobre los accidentes con daño a la propiedad y con responsabilidad sucedidos en la operación de montacargas del departamento en mención durante los años 2021 y 2022, esto se encuentra en la base de datos de accidentabilidad del departamento de Envasado y Despacho.

9.4.3. Fase 3. Análisis de información

En el problema central existente, se encuentran puntos críticos los cuales hay que analizar detenidamente, tal como lo indica el objetivo 1, se realizará la recolección de la información sobre las causas básicas e inmediatas de los accidentes con daño a la propiedad sucedidos entre el año 2021 y 2022 con la finalidad de analizar cuáles fueron los motivos que dieron lugar al accidente.

En el objetivo 2 se recolectará toda información necesaria sobre el conocimiento y experiencia que poseen las personas involucradas directamente con la actividad de montacargas, que son los operadores mismos, con ello, se pretende analizar varios como factores, tales como: si se tiene la inducción al puesto, el conocimiento sobre los procedimientos correctos de operación, cursos relacionados a la operación segura de montacargas, “n” años de experiencia operando estos vehículos industriales y las horas de practica que poseen antes de iniciar en el puesto laboral.

En el objetivo 3, se recopilará toda la información necesaria de la cantidad de accidentes sucedidos entre el año 2021 y 2022, esta información será analizada para determinar cuántos accidentes con responsabilidad han existido por tonelada métrica de cemento despachado y para determinar cuáles han sido los costos asociados a los mismos. Toda esta información se encuentra en la base de datos de los indicadores gerenciales del departamento de Envasado y Despacho.

9.4.4. Fase 4. Interpretación de información

Para lograr los objetivos específicos de esta investigación, se debe de recopilar, analizar y posteriormente interpretar toda la información obtenida de cada uno de los objetivos en mención. Para el objetivo 1, se interpretará la información obtenida como las causas inmediatas y básicas que propiciaron los accidentes dentro de la operación estudiada. Esto servirá para determinar cuáles fueron los factores (persona, máquina o procedimiento) que fallaron durante la ejecución de las actividades y que dio lugar al accidente. Con esto, se podrá tener un mejor contexto sobre los factores de riesgo más comunes presentes en la operación de montacargas y trabajar específicamente en ellos.

En el objetivo 2, toda la información obtenida de la consulta a la base de datos del departamento de Recursos Humanos y Envasado y Despacho se interpretará de tal manera que nos dé a conocer el nivel de conocimiento y experiencia que tienen los operadores de montacargas del departamento operativo en mención, de esta manera podremos identificar los puntos críticos de mejora en los que se tiene que trabajar respecto al personal que labora en la operación de despacho de tarimas de producto terminado a las unidades tipo plataforma.

En el objetivo 3, la información recabada y posteriormente analizada, se interpretará de tal manera que se puedan desarrollar indicadores gerenciales donde pueda tener una manera rápida y eficiente de medir la cantidad de accidentes con daño a la propiedad y con responsabilidad en las operaciones de montacargas tipo *push-pull* que se encuentran activos en el departamento de Envasado y Despacho, y con esto medir el impacto que tienen en los costos directos e indirectos del departamento en mención.

Posteriormente, luego de que se recabo toda esta información y se identificaron las principales necesidades del departamento donde operan los montacargas tipo *push-pull*, se debe de estandarizar la manera de conducción de los mismos en la operación de despacho de tarimas de producto terminado con la finalidad de hacer la operación más segura y más eficiente, para que se pueda disminuir considerablemente los accidentes con daño a la propiedad.

9.5. Resultados esperados

El principal resultado del proyecto de investigación es aportar con la metodología propuesta una considerable reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado, para reducir los costos asociados a este tipo de eventos y los efectos secundarios y terciarios que pueden incurrir en la operación del departamento de Envasado y Despacho. Esto ayudará de gran manera en evitar tiempos muertos de operación por falta de equipo, sobrecarga de trabajo en los otros operadores de montacargas y se reducirá considerablemente la fátiga y el estrés en los involucrados directos de la actividad de despacho de producto terminado.

El resultado esperado en el objetivo específico 1 será determinar las causas inmediatas y básicas principales que se hicieron presentes al momento

que ocurrieron los accidentes estudiados en los meses comprendidos entre el 2021 y 2022, con ello se podrá analizar concretamente el por qué los accidentes se concretaron, y en base a las entrevistas realizadas a las personas interesadas, se podrá validar como debió operarse correctamente los montacargas para evitar los mismos.

Posterior a los resultados obtenidos del objetivo 1, se procederá a verificar los puntos críticos por mejorar tal como se menciona en el objetivo específico 2. El resultado esperado de este objetivo es obtener un base de datos de todos lo montacarguistas para analizar estatus actual en temas de conocimiento técnico y experiencia en campo, sobre la operación de montacargas de la empresa dedicada a la fabricación de cemento, con la finalidad de poder identificar las desviaciones de cada operador y trabajar sobre ello.

Por último, el resultado esperado en el objetivo específico 3 será estandarizar la manera en que se registran los accidentes, esto se traduce a indicadores gerenciales donde se tome en cuenta los siguientes ítems para la categorización del accidente: fecha del accidente, descripción de lo sucedido en el accidente, a quien pertenece el accidente (responsable), tipo de accidente, aplica responsabilidad por parte de la empresa, y costo asociado al mismo.

De parte de la Jefatura y Gerencia del departamento, se espera cumplir con la planificación del despacho de producto terminado por día, incrementar el nivel de servicio, reducir el tiempo de estadía de los camiones tipo plataforma en la bodega, incrementar la eficiencia del proceso de despacho y sobre todo cumplir con todas las metas crucialmente importantes del departamento de Envasado y Despacho.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Luego de recolectar los datos cuantitativos como se detalló en las diferentes fases, se utilizarán las siguientes técnicas estadísticas para realizar el respectivo análisis:

10.1. Resultados de datos de documentación histórica

Para el objetivo 2, se procederá a tabular los resultados cuantitativos que se obtengan de la consulta de los expedientes de los operadores de montacargas entre el 2021 y 2022 y utilizando herramientas estadísticas de tendencia central y dispersión se obtendrán datos que pueden ordenarse de mayor a menor por medio de Excel. A continuación, se detallan las medidas por utilizar, donde:

- **Media:** proporcionará un valor de horas de práctica en campo promedio de toda la muestra de operadores de montacargas a analizar.
- **Desviación estándar:** determinará la magnitud de dispersión en relación a la media obtenido de las horas de práctica en campo de los montacarguistas de la operación de Envasado y Despacho poseen.
- **Varianza:** determinará la variabilidad que tienen la serie de datos obtenidos de horas de práctica en campo en relación a la media que poseen todos los operadores de montacargas.

10.2. Resultados de datos de indicadores gerenciales

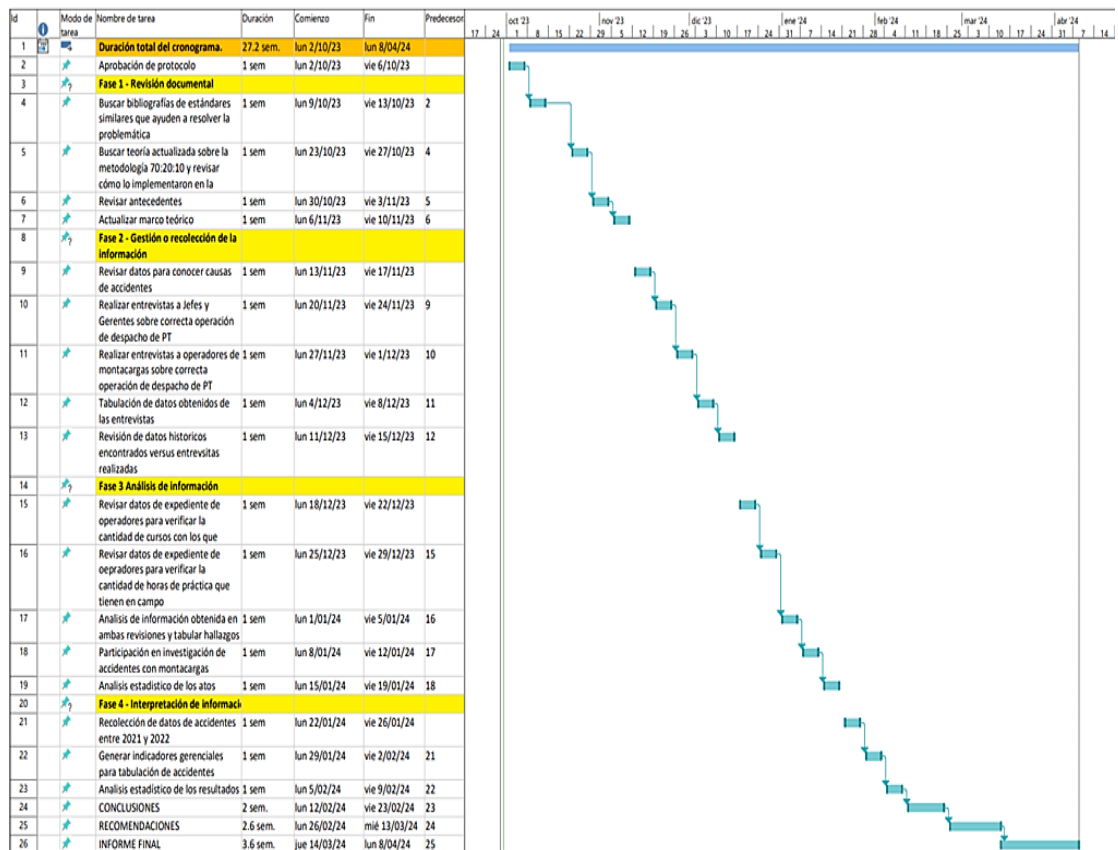
Con el histórico de accidentes del año 2021 y 2022 se procederá a verificar la cantidad de accidentes ocurridos en la operación de montacargas en el departamento de Envasado y Despacho, para ello se utilizarán herramientas estadísticas de tendencia central y dispersión con la finalidad de obtener datos que puedan ordenarse y clasificarse desde más frecuente y menos frecuente. A continuación, se detallan las medidas por utilizar, donde:

- **Media:** proporcionará un valor medio del total de accidentes ocurridos entre el año 2021 y 2022 de la muestra de los 24 meses analizados.
- **Desviación estándar:** determinará la magnitud de dispersión en relación a la media obtenido del número de accidentes con daño a la propiedad y responsabilidad por mes sucedidos entre el año 2021 y 2022.
- **Varianza:** determinará la variabilidad que tienen la serie de datos obtenidos del número de accidentes por mes con la finalidad de identificar la dispersión que tiene la serie de datos obtenidos en los 24 meses de muestreados con relación a la media obtenida.

11. CRONOGRAMA

A continuación, en la Figura 5 se muestra la distribución de los tiempos por trabajar en cada una de las fases, abarcando aproximadamente 6 meses de duración:

Figura 5.
Cronograma de actividades



Nota. Cronograma con actividades según fases del presente estudio. Elaboración propia, realizado con Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación, se trabajará en el mismo horario laboral de la empresa en mención, siendo este de lunes a viernes de 6:00 horas a 15:00 horas; y para lograr los objetivos de estudio, son necesarios los siguientes recursos tecnológicos, humanos, materiales e información relacionada al tema de investigación.

12.1. Acceso a la información

En primera instancia, se cuenta con total acceso a la información que se estudiará, debido a que se poseen los registros digitales de accidentes sucedidos entre el 2021 y 2022 del departamento de Envasado y Despacho.

12.2. Recurso financiero

La investigación será financiada en su totalidad por el estudiante investigador interesado, el presupuesto contempla un periodo de investigación de seis meses.

12.3. Recurso humano

El recurso humano son todos los colaboradores necesarios para llevar a cabo la presente investigación, el cual se detalla a continuación:

- Gerentes de Envasado y Despacho: colaboradores de sexo masculino que han ocupado el puesto de Gerencia por más de 10 años, conoce todos los

procesos de despacho de producto terminado y de la operación de montacargas.

- Jefes de Turno: ocho colaboradores de ambos sexos que han ocupan el puesto de Jefatura de Turno en el departamento de Envasado y Despacho en un rango de 3 a 10 años, que conocen y lideran de primera mano la operación de despacho de producto terminado.
- Operadores de montacargas: setenta y cinco colaboradores de los diferentes turnos del departamento de Envasado y Despacho, con un rango de antigüedad de 3 a 15 años en el puesto laboral, que conocen de primera mano todos los procedimientos correctos de operación segura de montacargas.

12.4. Recurso tecnológico

De igual manera, es necesario todo instrumento o herramienta tecnológica para ejecutar la presente investigación.

A continuación, se detallan los recursos tecnológicos a utilizar:

- Equipo de cómputo, tipo laptop
- Equipo celular con acceso a internet móvil.
- Equipo de scanner e impresión.

12.5. Recurso material

La utilización de diversos recursos materiales es importante para el desarrollo de la presente investigación, por lo cual se detallan a continuación los recursos a utilizar por el estudiante investigador:

- Útiles y librería para la toma de datos del estudiante
- Alimentación durante la visita a las plantas
- Gasolina para la movilización del estudiante

Dicho todo lo anterior, se presenta la Tabla 3 que describe los gastos que conlleva la ejecución de la presente investigación, siendo factible para estudiante investigador ya que él cubrirá el 100 % de los gastos del siguiente presupuesto:

Tabla 3.*Presupuesto para ejecutar la investigación*

Tipo de recurso	Gasto	Costo Unitario	Costo Total
Humano	Asesoramiento de colaboradores (Ad honorem)	Q 0.00	Q 0.00
Tecnológico	6 meses de pago de línea telefónica con internet móvil	Q 200.00	Q 1,200.00
Tecnológico	Equipo de scanner e impresión	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Material	6 meses de combustible para vehículo de traslado del estudiante (2 veces por semana)	Q 1,000.00	Q 6,000.00
Material	Utiles y librería	Q 500.00	Q 500.00
Material	6 meses de alimentación, subsidiado por la planta	Q 80.00	Q 480.00
	Imprevistos	Q 1,000.00	Q 1,000.00
		Total	Q 10,680.00

Nota. Presupuesto elaborado para analizar la factibilidad de la presente investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

REFERENCIAS

- Arapa, N. (2019). *Identificación de los factores determinantes de los accidentes de tránsito fatales en las provincias de Arequipa, Caylloma e Islay 2013-2018*. [Tesis de maestría, Universidad Católica Santa María]. Archivo digital. <https://core.ac.uk/download/pdf/287059653.pdf>
- Arets, J. (2016). *Towards 100% Performance*. Suttler Media.
- Asocem. (s.f.). *Fabricación del cemento*. Asociación de productores de cemento. <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Plantilla%20-Fabricacion%20del%20cemento.pdf>
- Autoelevadores. (s.f.). *Tipos de Montacargas y Características*. Heli. <https://autoelevadoresheli.com.ar/tipos-de-montacargas-y-caracteristicas/>
- Cortéz, J. (2022). *Plan de optimización para el uso adecuado de los montacargas en la operación logística de una empresa de cosméticos en Bogotá*. [Tesis de especialización, Universidad ECCI de Bogotá, Colombia] Archivo digital. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2918/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- European Cement Research Academy (ECRA). (2017). *The Understanding Cement Book*. Bouverlag.

González, A. (2014). *Mejora del proceso de despacho de bolsas de cemento para la empresa Unacem usando bus de campo AS-I*. Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima (UNITECS). [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima]. Archivo digital. [http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/417/1/Gonsales Ana Trabajo de Investigacion 2014.pdf](http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/417/1/GonsalesAnaTrabajo de Investigacion 2014.pdf)

ILA (2022). *¿cómo y que es el sistema pull-push en los montacargas?* Venta de Montacargas. <https://ventamontacargas.mx/como-y-que-es-el-sistema-pull-push-en-los-montacargas/>

Kosmatka, S. & Panarese, W. (2002). *Design and Control of Concrete Mixtures (14th ed.)*. Portland Cement Association.

LaFargeHolcim. (s.f.). *Packaging and Shipping*. HOLCIM. <https://www.lafargeholcim.com/packaging-and-shipping>

Lombardo, M. & Eichinger, R. (1996). *The Career Architect Development Planner*. Lominger Limited, Inc.

López, F. (2019). *Evaluación del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 229-2014 y reformas del reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional y su incidencia en la prevención de la salud laboral de los colaboradores de Fábrica El Zeppelin*. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala] Archivo digital. <http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/tesis/b99e74c3539f1f43cf85f0d7257531794fcd312a.pdf>

Ludus (2 de noviembre de 2022) *¿Cuáles son los accidentes con montacargas más comunes y cómo prevenirlos?* Ludus.
<https://www.ludusglobal.com/blog/accidentes-con-montacargas>

Medina, F. (2021). *Modelo 70/20/10: La estrategia de aprendizaje para lograr el éxito.* Crehana. <https://www.crehana.com/blog/reclutamiento-contratacion/modelo-702010/>

Méndez, F. (2021). *Ergonomía y su relación con la Seguridad Laboral de la Operadora de Servicios Montaña Azul.* [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/tesis/c070cc44d8befd0a6a28ac753c160f4cba49aa8a.pdf>

Montti, S. (2015). *Análisis Preliminar para la Adecuación del Ensacado de Cemento en Sacos de 25 Kilogramos.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Córdoba]. Archivo digital.
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2366/PI%20-%20Montti%20Santiago%20-%20Ing.%20Industrial%20-%20Marzo%2C2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Occupational Safety and Health Administration. (2018). *Forklift eTool: Operating the Forklift.* OSHA.
https://www.osha.gov/SLTC/etools/pit/operations/safeops_forklift.html

Oficemen. (s.f.). *El proceso de producción. Las 10 fases del proceso.* Agrupación de fabricantes de cemento de España. <https://www.oficemen.com/el-cemento/proceso-de-fabricacion/>

Oficina Internacional de Trabajo (1972). *Normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores y montacargas eléctricos*. OIT. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_218427.pdf

Polanco, A., Cavia, S. y García, T. (s.f.). *Materias de Construcción. Lección 9b. Los Cementos*. Universidad de Cantabria. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2219/course/section/2101/Leccion9b.pdf>

Ruiz, J. (2010) *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el montacargas eléctrico Crown 30-WTL*. [Tesis de licenciatura, Universidad EAFIT]. Archivo digital. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4272/JuanDiego_RuizGiraldo_2010.pdf;sequence=1

Sanjuán, M. y Chinchón, S. (s.f.) *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Publicaciones de la Universidad de Alicante. Campus San Vicente.

Spiro, K. (s.f.) *Easy Generator*. Easy Generator. <https://www.easygenerator.com/es/guias/modelo-70-20-10/>

State Fund (2015). *Manual de Montacargas*. State Compensation Insurance Fund. <https://content.statefundca.com/pdf/e22099.pdf>

Swartz, G. (1999). *Forklift Safety: A Practical Guide to Preventing Powered Industrial Truck Incidents and Injuries*. Government Institutes Editorial.

Tecnología para la industria (2020). *Guía de mantenimiento de montacargas eléctricos y de combustión*. TI. <https://tecnologiaparalaindustria.com/guia-de-mantenimiento-de-montacargas-electricos-y-de-combustion/>

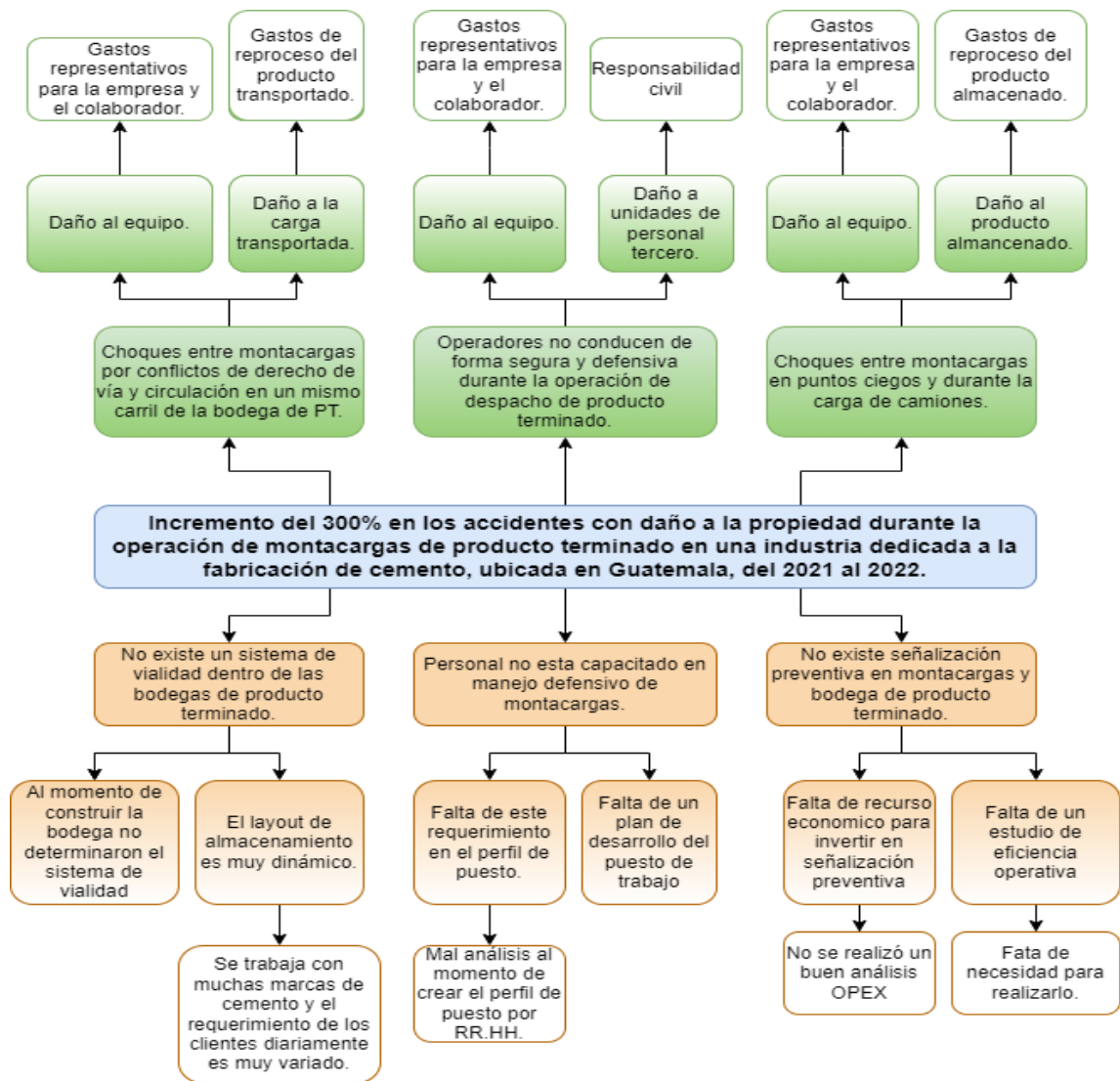
Valle, J. (2020). *Una mirada desde el enfoque sistémico y la teoría de restricciones, para la mejora y desarrollo de estrategias en la prevención de accidentes en las organizaciones: Estudio de caso, empresas de Autoservicio*. [Tesis de Maestría, Universidad autónoma del Estado de Morelos]. Archivo digital. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2685/VAMULLO9T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

World Cement Association (WCA). (2020). *Cement*. PCA. <https://cement.org/about-cac/cement-facts/cement-101>

APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol del problema



Nota. Árbol de problemas. Elaboración propia, realizado con Word.

Apéndice 2.

Matriz de Coherencia

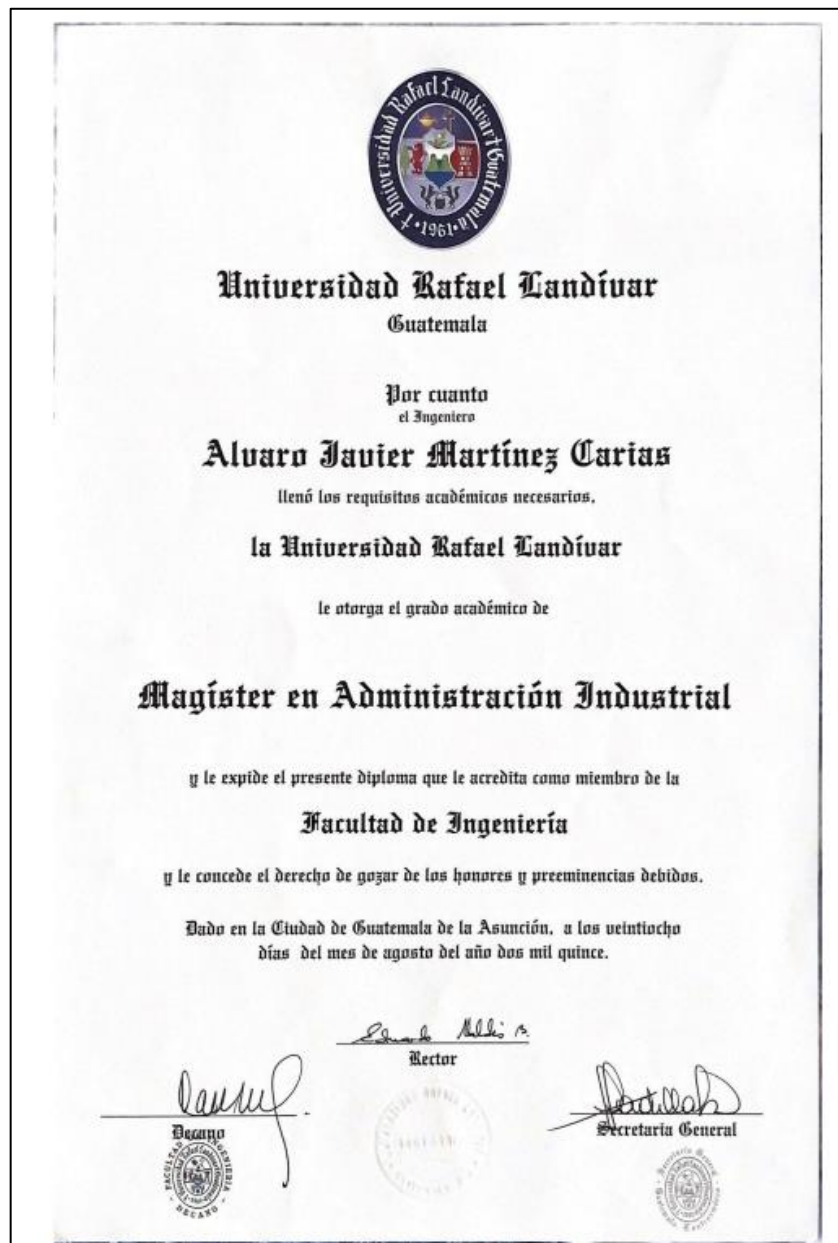
TEMA	TÍTULO	PROBLEMA	PREGUNTA CENTRAL	PREGUNTA SECUENDARIA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO
Sistemas Integrados de Gestión / Salud y Seguridad Ocupacional.	Diseño de la investigación de una propuesta de estándar de operación segura de montacargas a través de la metodología 70:20:10 para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala del 2021 al 2022.	Incremento del 300% en los accidentes con daño a la propiedad durante la operación de montacargas de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala del 2021 al 2022.	¿Cuál es el estándar de operación segura de montacargas para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala?	1. ¿Cuáles son las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento?	Proponer un estándar de operación segura de montacargas para la reducción de accidentes con daño a la propiedad en la operación de despacho de producto terminado en una industria dedicada a la fabricación de cemento, ubicada en Guatemala.	1. Identificar las principales causas por las cuales se tienen accidentes con daño a la propiedad en la operación de montacargas en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.
			2. ¿Cuáles son los puntos de mejora en las habilidades y conocimiento sobre conducción de los operadores de montacargas tipo <i>push-pull</i> ?	2. Analizar los puntos de mejora en las habilidades y conocimientos sobre conducción de los operadores de montacargas tipo <i>push-pull</i> para disminuir considerablemente los accidentes.		
			3. ¿Cuáles son los indicadores de la propuesta 3 que ayudarán a medir la baja en la accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento?	3. Determinar los indicadores de la propuesta que ayude a identificar la baja de accidentabilidad en la operación de despacho de producto terminado en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento.		

Nota. Matriz de coherencias. Elaboración propia, realizado con Excel.

ANEXOS

Anexo 1.

Documentos del asesor



Continuación del anexo 1.




Lc. Orly Recopil
D. DIRECCIÓN DE CONTROL Y VERIFICACIONES INTERINSTITUCIONALES
DEPARTAMENTO DE TÍTULOS Y DIPLOMAS ACADÉMICOS
CARRANZA: Para verificar el registro de sus TÍTULOS ACADÉMICOS y DIPLOMAS ACADÉMICOS visite el sitio www.controlvcr.gub.gt
y consulte sobre los requisitos de Documentación

dependencia de Administraciones Inguitana,
Intendencias de Pecuadación e Gestión
Oficina/Agencia Tributaria: San Rafael

Nº del Solicitante: 38935-7 Impuesto Caratulado Q. 100.00

Banco: Banera C.A. BIC: BANER1333 No. 1330454602

Fecha de pago: 13-07-2014

Fecha: 13-07-2014

Subv. firma del Solicitante en Pecuadación

Universidad Rafael Landívar
CAMPUS CENTRAL
Guatemala
DIRECCIÓN DE REGISTRO
Inscrito bajo el No. 55610
del Registro de Títulos respectivo.
Guatemala, 07 de agosto del año 2015

La Infrascripta Secretaría General de la Universidad Rafael Landívar
hace constar que el presente Diploma fue firmado por:

Rector: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
Secretaría General: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA
Decano: MSTR. JOSÉ CARLOS RICARDO VELA SCHIFFERS



MSTR. YAGRA BARRIOS DE BARRIOS
Directora
DIRECCIÓN DE REGISTRO


LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA
Secretaría General




Nº 38935

Continuación del anexo 1.

Alvaro Javier Martínez Carias		Curriculum Vitae	
Datos Personales			
	Fecha de Nacimiento:	07 de Junio de 1987	
	Dirección:	13 avenida 13-90 zona 18 Residenciales Atlántida, Guatemala	
	Cédula:	A-1 1217019	
	DPI:	2426 62129 0101	
	Estado Civil:	Casado	
	Teléfonos:	2255-2880 / 5796-4442	
Mail:	martinezcarias@yahoo.com		
Formación Académica			
ESTUDIOS DE POS-GRADO			
Título de Magister Administración Industrial	Desde:	Julio 2013	
	Hasta:	Junio 2015	
	Carrera:	Maestría en Administración Industrial Pos Grado en Ingeniería Administrativa	
	Universidad:	Universidad Rafael Landívar de Guatemala	
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS			
Título Profesional Ingeniero Industrial	Desde:	2005	
	Hasta:	2014	
	Carrera:	Ingeniería Industrial	
	Universidad:	Universidad Mariano Gálvez de Guatemala	
DIVERSIFICADO			
Título de Bachiller en Ciencias y Letras	Desde:	2003	
	Hasta:	2004	
	Colegio:	Colegio Continental Americano	
EDUCACIÓN BÁSICA			
Diploma de Tercero básico	Desde:	2000	
	Hasta:	2002	
	Colegio:	Colegio Continental Americano	

Continuación del anexo 1.

Experiencia Laboral

Cementos Progreso

Desde: 01 Junio 2021 a la fecha
Primer Puesto: Coordinador Auxiliar de OH&S, planta San Gabriel.
PBX: 6643-5600, Ext. 3429
Dirección: Finca San Gabriel, San Juan Sacatepéquez
Jefe Inmediato: Ing. Kevin Monzón

Tareas Asignadas: Dirigir y administrar la gestión de peligros y riesgos de Salud y Seguridad Ocupacional en planta San Gabriel Cementos Progreso, apoyando y asesorando en el establecimiento de estrategias, planes y programas. Coordinar y supervisar la evaluación, asignación de los recursos necesarios para establecer controles operacionales que mitiguen la ocurrencia de incidentes, enfermedades ocupacionales y daños a las instalaciones, para los colaboradores, visitantes, proveedores y contratistas.

Ministerio Público

Desde: 14 Agosto 2017
Hasta: 31 Mayo 2021
Primer Puesto: Jefe de Unidad de Seguridad Laboral
PBX: 2241-9191, Ext. 20136
Dirección: 8 avenida 10-67 zona 1, Guatemala
Jefe Inmediato: Licda. Lorena Martínez

Tareas Asignadas: Coordinación general de las actividades correspondientes a la seguridad laboral y salud ocupacional de los trabajadores y condiciones de trabajo. Planificar y ejecutar las mejoras de la Unidad, plan de capacitaciones, control de extintores, señalización de emergencia, simulacros y comités de seguridad y salud ocupacional a nivel nacional.

Bodega Farmacéutica, S.A

Desde: 01 Octubre 2016
Hasta: 15 Agosto 2017
Primer Puesto: Sub Gerente de Operaciones
PBX: 2328-4000
Dirección: Avenida Bolívar 40-84 zona 3, Guatemala
Jefe Inmediato: Fernando Morales

Tareas Asignadas: Administración general de logística, Control de inventarios, Indicadores de Productividad, Administración del Personal interno y externo, Planificación Control y Dirección de operaciones de almacenaje de producto farmacéutico y de consumo masivo.

Farmacias Meykos (Grupo Farmagua)

Desde: 01 Diciembre 2015
Hasta: 30 Junio 2016
Primer Puesto: Jefe de Tienda, Categoría Insignia
PBX: 2422-2422
Dirección: 1 calle 14-17 Colonia Lavarreda zona 18, Guatemala
Jefe Inmediato: Lic. Francisco Ochaita

Tareas Asignadas: Dirección de Ventas y Marketing de Tienda categoría Insignia, Control de inventarios, Administración general, Manejo de Fondos Monetarios, Manejo de personal interno y externo.

Continuación del anexo 1.

Scentia Perfumería, S.A. (Corp. Lancasco)	Desde:	01 Septiembre 2014
	Hasta:	30 Noviembre 2015
	Motivo de retiro:	Crecimiento dentro de la Corporación
	Primer Puesto:	Jefe Bodega Producto Terminado
	PBX:	2421-1000
	Dirección:	1 calle 14-97 Colonia Lavarreda zona 18, Guatemala
	Jefe Inmediato:	Ing. Erick Cambranes
Tareas Asignadas: Administración del movimiento General de Productos, Segmentación de productos, Elaboración de surtidos según temporada de venta, Inventarios, Control de exportaciones a Centro América, manejo de personal interno y externo.		
LANCASCO S.A.	Desde:	18 Junio 2012
	Hasta:	31 Agosto 2014
	Motivo de retiro:	Crecimiento dentro de la Corporación
	Puesto:	Supervisor de Mantenimiento
	Jefe Inmediato:	Ing. Luis Grajeda
	PBX:	2421-1000
	Dirección:	1 calle 14-97 Colonia Lavarreda zona 18, Guatemala
Tareas Asignadas: Planificación y Supervisión de Mantenimientos preventivos de maquinaria e instalaciones. Buenas prácticas de manufactura. Capacitación al personal de instalaciones, Brindar asistencia al Jefe Inmediato, Manejo de personal, Administración de insumos y repuestos.		
Servicios Incorporados de Conserjería S.A. (SERVICON)	Desde:	25 Febrero de 2011
	Hasta:	14 Junio 2012
	Motivo de retiro:	Renuncia
	Puesto:	Supervisor de Operaciones
	PBX:	2201-4444
	Dirección:	11 calle 3-11 zona 10, Guatemala
	Jefe Inmediato:	Licda. María Antonieta Muñoz
Tareas Asignadas: Supervisión, Coordinación y Dirección de operaciones, Buenas prácticas de manufactura, Capacitación al personal, Apoyo auditorías HACCP e ISO para plantas industriales.		
AGRECA, Planta zona 6	Desde:	05 Octubre de 2010
	Hasta:	15 Enero 2011
	Puesto:	Prácticas Profesionales Ingeniería Industrial
	Área:	Seguridad Industrial
	PBX:	2327-4100
	Dirección:	Interior Finca La Pedrera zona 6, Guatemala
	Jefe Inmediato:	Ing. Sergio Cortéz Gilmer Orellana
Tareas Asignadas: Señalización Industrial, Elaboración " <i>Manual de Orden y Limpieza AGREGUA, S.A, La Pedrera</i> ", Estudio de tiempos para transporte materia prima, Apoyo y seguimiento de 5'S.		

Nota. Documentación del asesor. Obtenido de A. Martínez (2023). *Curriculum vitae.*