



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE
VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE
CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGÍA PDCA**

Ing. Pedro Julio Miranda López

Asesorado por el Msc. Ing. Gabriel José Ortiz Flores

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE
VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE
CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGÍA PDCA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. PEDRO JULIO MIRANDA LÓPEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. GABRIEL JOSÉ ORTIZ FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE
VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE
CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGÍA PDCA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha de julio de 2021.

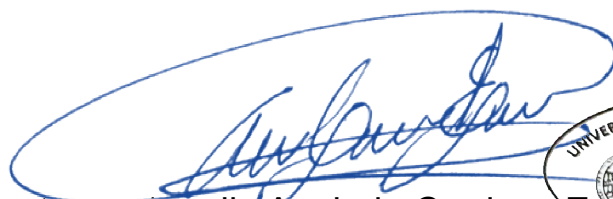
Ing. Pedro Julio Miranda López

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

LNG.DECANATO.OI.533.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGÍA PDCA**, presentado por: **Pedro Julio Miranda López**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, julio de 2022

LNG.EEP.OI.533.2022

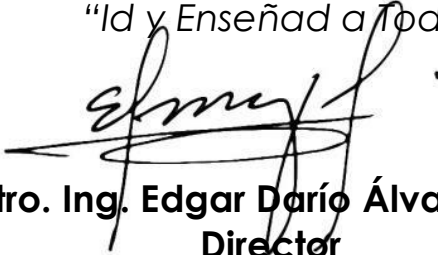
En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS
CONTENEDORES DE VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO
VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA
CON LA METODOLOGÍA PDCA”**

presentado por **Pedro Julio Miranda López** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**

Guatemala, 14 de agosto de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado el **trabajo final** de graduación titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGÍA PDCA.”**. Del estudiante Pedro Julio Miranda López, del programa de Maestría en **Artes en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

“Id y Enseñad a Todos”



M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, junio de 2021.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

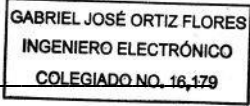
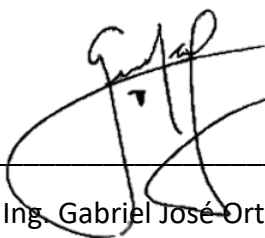
Escuela de Estudios de Postgrado

Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD TECNOLÓGICO EN LOS CONTENEDORES DE VEINTE PIES AL MOMENTO DE SU TRASLADO VÍA TERRESTRE EN LA REGIÓN DE CENTROAMÉRICA CON LA METODOLOGIA PDCA”** del estudiante **PEDRO JULIO MIRANDA LÓPEZ** del programa de Maestría en **Gestión Industrial**, identificada con número de carné: **201113878**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



GABRIEL JOSÉ ORTIZ FLORES
INGENIERO ELECTRÓNICO
COLEGIADO NO. 16,179

MSc. Ing. Gabriel José Ortiz Flores

Colegiado No. 16,179

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por estar siempre conmigo, bendiciendo mis días y permitiendo la culminación de esta maestría.

Mis padres

Lilia López y Fredy Miranda, por su amor incondicional, su sabiduría que me supo guiar por la vida sin dejar de motivarme para alcanzar mis sueños.

Mis hermanos

Francisco y Ana Miranda, quienes fueron fundamentales por sus palabras, consejos y su apoyo incondicional.

Mis sobrinas

Zoe Romina y Emma Camila, para que sean un buen ejemplo en su dirección educativa.

Mi familia

Abuelos, tíos y primos, con respeto y mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de seguirme formando profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

Por aportar los conocimientos técnicos que hoy en día puedo poner en práctica en el ejercicio de mi profesión.

**Escuela de Estudios
de Postgrado**

Por brindarme las herramientas y conocimientos en el área administrativa, permitiendo continuar con mi formación profesional, desarrollando mis competencias gerenciales.

Mis amigos

Oliver Castro, Israel Valenzuela y José Pablo, quienes fueron fundamentales en la elaboración de trabajos realizados durante la maestría. Gracias por compartir amenos momentos.

Mi asesor

Msc. Ing. Gabriel Ortiz, por haberme brindado su valioso tiempo y apoyo como asesor durante la ejecución de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Empresas de transporte vía terrestre:	1
1.1.1. Otros modos de transporte	3
1.1.2. Ciclo de transportación	4
1.1.2.1. Contenedores	6
1.1.2.2. Dimensiones	9
1.1.2.3. Contenedores de veinte pies	10
1.1.2.4. Seguridad	10
1.1.2.4.1. Índice de inseguridad....	12
1.2. Sistema de seguridad tecnológico	13
1.2.1. Componentes electrónicos	14
1.2.1.1. Sensores.....	15
1.2.1.2. Actuadores.....	16
1.2.1.3. Microprocesadores	17
1.2.1.4. Microcontroladores	18
1.2.2. Redes Informáticas	20

1.2.2.1.	Redes privadas virtuales	24
1.2.3.	Sistema de Posicionamiento Global	25
1.3.	Calidad	27
1.3.1.	Diseño	27
1.3.2.	Herramientas para la calidad.....	28
1.3.2.1.	Diagrama de Pareto	29
1.3.2.2.	Diagrama de causa y efecto.....	30
1.3.2.3.	Recopilación de datos	30
1.3.2.4.	Diagrama de dispersión.....	31
1.3.3.	Metodologías para la mejora continua.....	32
1.3.3.1.	Ciclo de Deming	33
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	39
3.1.	Diagnóstico situacional.....	39
3.2.	Análisis de las herramientas utilizadas.....	44
3.3.	Beneficios obtenidos mediante el diseño tecnológico	47
3.4.	Propuesta de un diseño tecnológico creado a partir de una metodología PDCA.....	48
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
4.1.	Análisis interno	65
4.2.	Análisis externo	68
	CONCLUSIONES.....	71
	RECOMENDACIONES	73
	REFERENCIAS	75
	APÉNDICES.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo operativo	5
2.	Puerta de los contenedores comunes	7
3.	Sellos de seguridad tipo H	8
4.	Sellos de seguridad tipo S.....	9
5.	Arquitectura de un microcontrolador	19
6.	Estructura de una red informática	21
7.	Estructura de protocolo TCP/IP.....	22
8.	Componentes de una red privada virtual VPN	25
9.	Diagrama de Pareto	29
10.	Diagrama de Causa-Efecto	30
11.	Diagrama de dispersión	32
12.	Ciclo de Deming	33
13.	Causa y efecto analizando la pérdida de mercadería en los contenedores de veinte pies	52
14.	Frecuencia de incidencias	53
15.	Tipos de robo	54
16.	Diagrama a bloques del diseño tecnológico (<i>hardware</i>).....	55
17.	Diagrama esquemático del dispositivo electrónicos	56
18.	Flujograma del programa en Arduino	57
19.	Arduino software (IDE)	58
20.	Campos creados en <i>ThingSpeak</i>	60
21.	Ploteo de posicionamiento del contenedor en el servidor	61

TABLAS

I.	Cuadro de variables e indicadores.....	XVII
II.	Viajes de vehículos con contenedores de veinte pies en la región de Centroamérica en el segundo semestre del 2018.....	40
III.	Costo de la mercadería transportada.....	41
IV.	Recurrencia de tipos de robo según experiencia de los pilotos	43
V.	Costo de mercadería en camión con el dispositivo instalado.....	47
VI.	Recolección de datos después de un viaje realizado	50
VII.	Presentación de datos en el servidor	62
VIII.	Costo del material empleado en la construcción de un dispositivo.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
\$	Dólar americano
GB	Gigabyte
kg	Kilogramo
lb	Libra
%	Porcentaje
VPN	Redes privadas virtuales
Volts	Unidad que se utiliza para representar el potencial eléctrico o tensión eléctrica

GLOSARIO

Amperio	Es la unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica.
Compuerta	En contenedores, conocida como puerta que permite el acceso a su interior.
Costo	Dinero necesario para la inversión de la ejecución de la producción de algún producto, proyecto o servicio.
Gasto	Dinero que desembolsa la empresa para el desarrollo de diversidad de actividades no contempladas.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
PDCA	Ciclo de mejora continua, basado en cuatro pilares fundamentales (Plan, Do, Check y Act).
TCP/IP	Protocolo de red desarrollado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos.

RESUMEN

El propósito de la presente investigación se originó en la reducción de inseguridad que sufren los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica, por lo que se vio afectado el traslado de mercadería contenerizada y su carencia de metodología para abordar esta problemática en una empresa que se dedica al transporte de mercadería.

El objetivo general del estudio fue reducir la inseguridad que sufren los contenedores mediante un diseño de un sistema tecnológico de seguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica mediante la metodología PDCA.

Se abordó un problema relacionado con la inseguridad que sufren los contenedores. Situación que ha generado pérdidas de mercadería significativas que incrementan el costo en las operaciones. Se determinó que la causa con mayor impacto negativo en la pérdida de contenedores emerge de los puestos de control o retenes falsos.

Como resultado en la investigación se obtuvo mediante la metodología de mejora continua el diseño de un dispositivo con el microcontrolador Arduino que permite la conectividad con la nube mientras el dispositivo se encuentre en la cobertura de telefonía celular este puede compartir su ubicación e interactuar de forma autónoma.

Se determinó mediante una prueba piloto que los beneficios del diseño de un sistema de seguridad tecnológico a partir de la metodología PDCA, redujo el promedio de pérdidas de mercadería totales en contenedores en 37.032 %, se obtuvo mayor cantidad de recolección de información sobre el proceso en tiempo real, por último, un flujo fácil y estandarizado en la ejecución de la metodología PDCA.

Se logró la creación de un dispositivo tecnológico a partir de la metodología de mejora continua PDCA, se presenta el diseño del dispositivo, su programación y los recursos necesarios para su correcto funcionamiento. Para garantizar los beneficios del dispositivo en la reducción de pérdida de mercadería se establece que se debe de revisar el dispositivo al finalizar cada viaje y un punto importante que se debe de adoptar es la necesidad que el grupo de mejora cuente con una persona que tenga conocimiento técnico de la rama de tecnología sin olvidar que se establece un tiempo de revisión de la metodología empleada.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida de mercadería que tienen los contenedores al momento de su traslado vía terrestre trae consigo impacto negativo en el costo, la pérdida de clientes y aumento en el de tiempo de entrega.

- Descripción del problema

En la empresa que se dedica al transporte de mercadería se ve afectada por la inseguridad que cada país posee, esta empresa opera en la región centroamericana. Los servicios de transporte vía terrestre que presta esta compañía corresponden al 85 % de todas sus operaciones.

Al momento del traslado de mercadería vía terrestre, específicamente en contenedores de veinte pies, se tiene un estimado del 40 % de sufrir robos al momento de su traslado vía terrestre, con un promedio estimado del 1.75 % de porcentaje de pérdida de mercadería en cada contenedor desde que el proveedor despacha hasta que la mercadería llega al almacén del cliente, adicional se observó que debido a la inseguridad se tiene una pérdida de clientes del 9.5 % por la inconformidad en el servicio prestado, esto por la entrega de mercadería incompleta y debido a que el seguro tiene una duración de hasta 4 meses en la devolución del mismo, por último, no se tiene una metodología establecida para la resolución o la mejora de este problema.

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cómo un sistema de seguridad tecnológico en contenedores de veinte pies con la metodología PDCA mejorará su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cómo afecta la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica hasta la fecha que se recauda información para esta investigación en curso?
 - ¿Qué medidas se ejecutan para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica en el año que transcurre esta investigación?
 - ¿Cómo la seguridad de los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica podrá verse beneficiada mediante el diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA?

- Delimitación

Esta investigación se delimitó en dos características de suma importancia: tiempo y espacio.

La recopilación de información se llevó a cabo mediante los informes estadísticos que corresponden a una empresa que se dedica al transporte en la región Centroamérica ubicada en Villa Nueva de la ciudad de Guatemala, para el periodo de tiempo de elaboración de la investigación inició desde julio de 2018 hasta noviembre del año 2020.

OBJETIVOS

- General

Diseñar un sistema de seguridad tecnológico en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA.

- Específicos

- Identificar los aspectos colaterales producidos por la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.
- Analizar las medidas que se ejecutan para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.
- Determinar los beneficios en la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica por medio del diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

La metodología de investigación que se utilizó posee un enfoque mixto cuantitativo y cualitativo. Se utilizó el enfoque cuantitativo para el análisis y posterior interpretación de la información estadística obtenida de los indicadores establecidos, ahora la parte cualitativa por que se recurrió a la observación directa y encuestas realizadas en situaciones semejantes siendo la única variable el tiempo. El diseño fue no experimental, debido a que no se tuvo control de variables, es decir sin ensayos previos que comprometieron la colecta de información, por tanto, no se afectó ya sea de forma directa o manipulando el entorno que se investigó, y posteriormente se analizó. El alcance fue de tipo descriptivo, ya que se plasmó la situación del entorno, análisis de este, la determinación del mejor diseño que cumpliera con lo requerido.

Las variables que se utilizaron para el análisis de esta investigación fueron:

Tabla I. **Cuadro de variables e indicadores**

Objetivo	Variables	Indicador
Diseñar un sistema de seguridad tecnológico para los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA.	Costo, pérdida por contenedor.	Porcentaje de pérdida demercadería total en los contenedores.
Identificar los aspectos colaterales producidos por la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.	Pérdidas de mercadería por contenedor, daño por inseguridad.	Gasto, acciones realizadas.

Continuación de la tabla I.

Analizar las medidas que se ejecutan para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.	Medidas utilizadas internas y externas, pérdida por contenedor.	Porcentaje de pérdida de mercadería total en los contenedores, beneficios, deficiencias y limitaciones de las medidas utilizadas.
Determinar los beneficios en la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica por medio del diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA.	Costo, pérdida por contenedor, beneficios por diseño, beneficio por el uso de metodología.	Porcentaje de pérdida de mercadería total en los contenedores, relación costo beneficio del diseño con la metodología PDCA.

Fuente: elaboración propia.

Se tiene que la investigación consta de una población de 131 viajes de contenedores vía terrestre y se estableció que se trabajó con la población completa.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación permitió estructurar el proceso en una empresa que se dedica al transporte de mercadería en contenedores de veinte pies en una empresa en la región de Centroamérica, adoptando una metodología de mejora continua para buscar la optimización.

La problemática principal es la pérdida de mercadería en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica, la inseguridad que sufren los contenedores trae consigo un impacto negativo en el costo asociado en este proceso. Otro problema es la falta de herramientas o metodología que permitan la recolección y manejo adecuado de información, por ello se reacciona de forma reactiva a los problemas que surgen sin brindarles seguimiento para asegurar su mejora.

La importancia de la creación de un dispositivo de seguridad tecnológico a partir de una metodología PDCA, permite asegurar la reducción de pérdida de mercadería mediante el decremento de nivel de inseguridad en el proceso, permite crear un equipo dedicado a mejorar el proceso para alcanzar la excelencia operacional causada por la adopción de la metodología de mejora continua.

La metodología empleada en este trabajo de investigación posee un enfoque mixto debido a que es tanto cualitativo como cuantitativo, debido a que se recurrió a observación directa, cuestionario y entrevista sin olvidar el análisis estadístico de la información recolectada. El diseño fue no experimental porque

no se tuvo control de las variables. El alcance fue descriptivo y por último, se analizó a toda la población que cumplía con el estudio a realizar.

Los resultados obtenidos fueron: el diseño de un dispositivo tecnológico capaz de reducir los efectos generados por la problemática principal y debido a la metodología de mejora continua se obtuvo un esquema de trabajo que permite el correcto flujo de trabajo, adicional por el tipo de metodología adoptada el dispositivo puede lograr los ajustes o cambios en el diseño del dispositivo para alcanzar la reducción de merma en el transporte de mercadería. Debido a que se utiliza dispositivos electrónicos de código abierto, permiten la modificación y múltiples fuentes de información en internet lo que lo hace ideal para adaptarse a cualquier situación solicitada por el equipo de mejora continua para cubrir los daños colaterales que trae consigo el proceso.

La investigación se ejecutó por medio de un enfoque mixto con un alcance de tipo descriptivo, debido a que se desarrolló mediante cuestionarios, entrevistas y observación directa a lo largo del proceso, que permitieron recabar información para posteriormente ser analizada y previamente orientada y fundamentada mediante la revisión documental.

Los capítulos que se desarrollaron fueron distribuidos de tal manera que permita su comprensión de forma sencilla y concreta, de cómo se llevó a cabo la ejecución de la solución de la problemática.

El capítulo uno, contiene el marco teórico, es donde se desarrolló toda la investigación previa respaldada bibliográficamente, permitiendo comprender de manera teórica los diversos conceptos requeridos para la naturaleza y elaboración de los capítulos posteriores proporcionando mayor criterio por la información recopilada.

El capítulo dos, contiene el desarrollo de la investigación, el contenido de este integra las fases que se planificaron en el protocolo para ejecutar de manera correcta la elaboración del diseño por su cronograma de actividades estructurado, permite un entendimiento de cómo se trabajó a lo largo el trabajo de investigación hasta la redacción del presente informe final.

El tercer capítulo, presenta los resultados, en esta parte de la investigación se muestra los resultados pertinentes a cada objetivo requerido para abordar cada pregunta formulada, por lo que se observa la presentación del diseño del dispositivo realizado con la ayuda de la metodología de mejora continua PDCA para reducir las pérdidas de mercadería en carga contenerizada en los puestos o retenes falsos y se indican los beneficios obtenidos por el uso del mismo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Empresas de transporte vía terrestre:

Castellanos (2009), expresa que las empresas que se dedican al transporte son todas aquellas encargadas de transportar la mercadería de un punto A hacia un punto B o como también se llama transportar de punto a punto, son empresas encargadas de gestionar todo lo relacionado a este proceso es decir la logística que conlleva el desplazamiento de la mercadería. Entre la planificación se debe de abordar: el tipo de carga que se debe de transportar, el tiempo estimado en tránsito, conocimiento de zona geográfica, trámites, documentación necesaria, costo, gasto, medidas de seguridad según el tipo de carga, permisos, requerimientos adoptadas según la región por donde debe de transitar y por último, disponibilidad de los recursos.

Este tipo de empresas surge debido a la utilidad de lugar y tiempo como lo expresa Cespón (2014), la necesidad de que la mercadería se pueda tener en un lugar y tiempo en específico, una gestión adecuada en el transporte añade valor a la cadena de suministro y, por ende, al producto o servicio aun cuando este elemento de la cadena de suministro no realice un cambio o transformación de la mercadería.

Depende de la magnitud de la empresa puede que estas tengan su transporte propio o contratado con una empresa que preste el servicio de transporte, aunque no se descarta que tenga un transporte mixto, es decir, que tenga segmentada el transporte de su mercadería en el cual la mercadería A la traslade con su propio transporte y la mercadería B con un transporte contratado

según la necesidad, pero como se mencionó tiene sus ventajas y desventajas en las cuales se destacan:

- Control de calidad
- Control sobre la mercadería
- Capacidad de instalación y recursos
- Sistemas de gestión complejos
- Costo
- Flexibilidad

Ahora siendo más específicos las empresas de transporte vía terrestre como lo indica Castellanos (2009) es una empresa que brinda el servicio de transporte vía terrestre, es aquella que utiliza las redes de comunicación llamadas carreteras, estas interconectan pueblos, ciudades y países, con vehículos que posean ruedas para poder transitar en ellas sin olvidar las operaciones involucradas como lo son las aduanas ubicadas en cada frontera de su respectivo país y ámbitos legales para el traslado de mercadería.

Para Cespón (2014), es toda aquella ruta, camino, vereda o superficie terrestre que permite que el transporte pueda desplazarse en ella. Las vías están diseñadas de tal forma que permitan la comunican entre ciudades o países, por tanto, los vehículos pueden dirigirse de un punto A hacia un punto B.

Cuando se habla de modo de transporte vía terrestre se sobre entiende que las redes de comunicaciones son todas las carreteras y por ende, las mismas delimita el mercado de trabajo y en base a ellas se define si es alcanzable o si requiere un cambio de modo para llegar a su destino, para Ballou (1999), las empresas de transporte vía terrestre reduce el trecho entre las naciones en

crecimiento y las desarrolladas, aumentando la productividad e incentivando la comercialización internacional o local, con los fines de incrementar la competitividad en la gestión de transporte, aumento en la economía a escala y por último, la disminución de precios en los productos. Aunque para Castellanos (2009), establece que es una estrategia para mejorar las utilidades debido a que se desplaza la mercadería hacia un área donde la demanda del producto sea mayor o en su defecto que tenga una exclusividad por su la cultura del mercado dependiendo de la disponibilidad existente del producto en el área.

Aponte (2010) define que un canal de distribución es encargado establecer la comunicación entre los productores con los clientes, adicional a ello, el canal de distribución influye en el nivel de servicio que percibe el cliente por el abastecimiento y disponibilidad del producto, al seleccionar un correcto canal de distribución brinda ventaja competitiva, ayuda en la reducción de costo, tiempo y distribución geográfica organizada, con planeaciones previas en la trayectoria que debe de tomar con el fin de evitar redundancias en los viajes y tener un punto estratégico que abarque una zona completa trabajando en conjunto con la gestión de transporte.

Por su parte, Menoyo (citado en Cespón, 2014) establece que los tres puntos que influyen al momento de contratar los servicios de transporte de una empresa son: la calidad, tiempo de entrega y seguridad con la que prestan el servicio.

1.1.1. Otros modos de transporte

Castellanos (2009) define que existen varios modos de transporte en el cual cada uno se diferencia por la superficie o zona geográfica donde son capaces de desplazarse además de contemplar la posibilidad de combinarlas, tipo de

vehículo y operaciones necesarias, pero como toda variable posee ventajas y desventajas uno sobre los otros, pero se tiene que según la necesidad, velocidad, cantidad, peso, tarifa, disponibilidad, confiabilidad y tiempo de traslado con la que se requiera será la elección del modo a utilizar, se puede clasificar los modos en cuatro categorías las cuales son: modo marítimo, aéreo, fluvial y terrestre.

Los modos de transporte son capaces de comunicarse entre sí, para la comunicación con el modo marítimo-terrestre se requiere de un puerto, ahora bien, para comunicarse con el modo aéreo-terrestre es por medio de un aeropuerto.

1.1.2. Ciclo de transportación

Comúnmente medido en un periodo de tiempo, el ciclo de transporte no es más que la medición desde que un vehículo sale de un punto de inicio y retorna hacia este mismo punto de partida como Cespón (2016) define, también podríamos decir que es el lapso en el que un vehículo cumple una actividad, algunos ciclos pueden ser:

- Ciclo de viaje: es el periodo de tiempo en el cual el vehículo se desplaza hacia una estación de todo el recorrido para cargar o descargar la mercadería.
- Ciclo operativo: es la sumatoria de los tiempos desde la carga de mercadería en el origen hasta que se finaliza la descarga en el destino, en la figura 1, dentro del ciclo operativo se observa la sumatoria de todos los ciclos de viaje hechos.

Figura 1. **Ciclo operativo**



Fuente: Cespón. *Administración de la cadena de suministros, manual para estudiantes, académicos y empresarios vinculados al campo de la logística*. Consultado el 19 de noviembre de 2018. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/265963575_Administracion_de_la_cadena_de_suministros.

- Ciclo de disponibilidad: es el tiempo en el cual un vehículo vuelve a estar disponible para su utilización en un nuevo servicio, aquí se encuentra añadido el tiempo de mantenimiento del automotor tomando en cuenta que se proyecta únicamente mantenimiento preventivo.
- Ciclo total: este tiempo es subjetivo, ya que este se utiliza para mediciones en un lapso, es decir el ciclo total en un año en el cual indica cuánto tiempo se utilizó el vehículo.

1.1.2.1. Contenedores

Son estructuras utilizadas por las empresas para el desplazamiento de mercadería de forma ordenada y estandarizada ya sea marítimo o terrestre, estas estructuras son personalizadas, cuentan con diversas longitudes, pero siempre normadas para la facilidad en la manipulación, los contenedores utilizan diversos tipos de material desde acero corrugado, aluminio o madera con recubrimiento interno para evitar inconvenientes con la humedad como también comparte (Biera, 2017).

Las normas que regulan los estándares fueron establecidas por International Organization for Standardization ISO (2018), como por ejemplo en la ISO 668, que regula las dimensiones internas o externas de los contenedores; ISO 1496, hace referencia a las condiciones y tipos de usos que se le debe de dar a los contenedores y los requisitos para las respectivas pruebas; ISO 6343, permite tener una identificación estandarizada por etiqueta y por último, ISO 1161, en el que describe el tipo de carga que puede soportar debido a que esta estándar provee la resistencia de los mismos.

Figura 2. **Puerta de los contenedores comunes**



Fuente: PRADICAN. *Manual sobre control de contenedores*. Consultado el 18 de noviembre 2018. Recuperado de <http://www.comunidadandina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf>.

Las empresas utilizan la siguiente clasificación para las cargas según sus características en tres tipos, los cuales son: general, granel y especiales. Enfocando en los contenedores comunes para el traslado de carga general y especial se cuenta con sistemas de seguridad como los son los precintos o sellos de seguridad que aumente la seguridad y son permitidos por la ISO 17712, además, facilitan la auditoría del mismo en las aduanas como lo expresa el Programa Anti-Drogas Ilícitas en la Comunidad Andina (PRADICAN, 2018).

Los sellos están clasificados en tres categorías:

- Sellos de alta seguridad (H) por el tipo de material con el que se elabora permite proporcionar minutos antes de la apertura e intrusión de los delincuentes, este tipo de sellos se elabora con material de tipo metal para aumentar la confiabilidad de evitar cualquier apertura no autorizada de los contenedores de tipo común.

Figura 3. **Sellos de seguridad tipo H**



Fuente: PRADICAN. *Manual sobre control de contenedores*. Consultado el 18 de noviembre de 2018. Recuperado de <http://www.comunidadandina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf>.

- Sellos de seguridad (S), este tipo de sello permite observar únicamente si fue abierto el contenedor, se puede llegar a considerar un indicador ya que presenta poca resistencia a la intrusión, pero a diferencia de los sellos de seguridad indicativos estos ofrecen mayor grado de resistencia a la intrusión.

Figura 4. **Sellos de seguridad tipo S**



Fuente: PRADICAN. *Manual sobre control de contenedores*. Consultado el 18 de noviembre de 2018. Recuperado de <http://www.comunidad.andina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf>.

- Sellos indicativos (I), como su nombre lo indica es únicamente un indicador ya que no posee resistencia inclusive hasta con las manos puede romperse este sello y permite indicar si hubo manipulación o alteración en la mercadería.

1.1.2.2. Dimensiones

El contenedor se puede clasificar por la forma en la cual será transportado, es decir el medio que se emplearán para desplazar el mismo siendo estos: terrestre, aéreo, marítimo o multimodal, dicho en otras palabras, se tienen estándares de dimensiones, tipo de carga, tipos de contenedores como es interpretado de (ISO, 2018). Sin embargo, el estándar que habla de las dimensiones de los contenedores es la ISO 668.

Los contenedores utilizados con mayor frecuencia son los de 20 y 40 pies por su estándar permite un fácil manejo en estos contenedores, debido a que las

maquinarias para manipular son más comunes, por consiguiente, es raro encontrar limitaciones por el tipo de contenedor a manejar como lo expresa programa antidrogas (PRADICAN, 2018).

Las medidas de los contenedores de 20 y 40 pies poseen las siguientes dimensiones exteriores:

- 20 pies estándar (20' x 8' x 8'6").
- 40 pies estándar (40' x 8' x 8'6").
- 40 pies high cube (40' x 8' x 9'6").

1.1.2.3. Contenedores de veinte pies

PRADICAN (2018) expresa que el contenedor de 20 pies es uno de los más utilizados en la industria. Este tipo de contenedor permite transportar mercadería en un volumen restringido por sus dimensiones (20' X 8' X 8'6) por tanto, se tiene un volumen de 32.6 metros cúbicos, pero se debe de hacer una excepción de un peso máximo de 28180 kg / 62130 lb por la resistencia del material del contenedor, además el peso del contenedor es de 2300 kg / 5070 lb. Se tiene una diversidad de tipos de contenedores, siendo esto para un contenedor común en el cual este permite tener en su interior carga de tipo seca normal como lo indican los estándares por parte de la ISO 668 definido por (ISO, 2018).

1.1.2.4. Seguridad

De acuerdo con Storch y García (2008), establece que la seguridad es la acción de brindar confort, tranquilidad, por medio de la prevención de futuras pérdidas ya sea materiales o que involucren la integridad humana. La seguridad

para poder llevarse a cabo debe de ser impuesta con políticas que rijan normas explícitas y coherentes, y con ello reducir considerablemente el peligro o los riesgos que se encuentran latentes en todo momento, además se debe resaltar que el autor expresa que es de suma importancia percibir la seguridad para que los seres humanos puedan desenvolverse de manera correcta en sus diversas actividades.

González, López y Arturo (1994) definen qué seguridad posee un aspecto subjetivo que se refiere a un sentimiento, es decir cuando una persona no siente peligro. Aunque por otra parte Adam (2001) hace énfasis en que la seguridad es la limitación de acceso, en otras palabras, restringe acciones de personas ajenas al sitio u objeto que se pretenda salvaguardar y allí es donde Storch y García (2008) ambos definen que deben de ser impuestas por medio de políticas.

Asimismo, Detektor (2018) define que la seguridad en los contenedores ya es vital y necesario, pero influye directamente en el costo de operación y a veces suele ser muy caro, debido a las implementaciones de tecnologías adicional a los sellos utilizados en el contenedor, indica que es vital conocer la ubicación geográfica del contenedor, si este está en movimiento o no, el estado de la puerta del contenedor y del vehículo. Algunas empresas poseen un sistema de videovigilancia que le permite ver en tiempo real la cabina del vehículo o el exterior del contenedor como medida para evitar situaciones de riesgo que se esté experimentando, aumentando la probabilidad de recuperación del vehículo y la mercadería, pero, sin olvidar la limitante de cobertura de telefonía celular debido a que es el medio de comunicación de los sistemas tecnológicos con Internet.

Como bien es conocido que lo contrario de seguridad es inseguridad y se realiza un énfasis en ello, debido que es más viable obtener información de

indicadores de inseguridad y el artículo desarrollado por la fundación libertad y desarrollo. Dedik, Rosa, Samayoa y Godoy (2016) definen que la inseguridad afecta directamente en la integridad física y material. Las empresas no solo únicamente les afectan en los recursos materiales sino que también su recurso más importante, que es la integridad de su personal, además ellos añaden que, este tipo de situación afecta un determinado espacio según el índice de inseguridad, ellos expresan esto debido a que si el porcentaje del índice de inseguridad es mayor al 50 % ya se convierte en un juego de azar pasa a ser una zona roja por sus hechos históricos de la zona, sector, país, es decir un área territorial.

1.1.2.4.1. Índice de inseguridad

El índice de inseguridad no es más que un marco de referencia para medir la probabilidad de inseguridad, como lo menciona Holder (2014), él establece un pronóstico a largo plazo para posteriormente determinar la probabilidad de que ocurra algún suceso, en otras palabras, indica el nivel de peligrosidad, básicamente es un indicador como también lo señala García y Matute (2007), el informe estadístico concerniente al año 2007 de Guatemala, menciona que el índice de inseguridad es un índice de percepción de la carencia de seguridad que transmiten las personas de su entorno y además sirve para comparar lugares según su nivel de peligrosidad que va desde colonias, zonas, hasta hemisferios.

Holder (2014) define que los índices de inseguridad se pueden desglosar desde robos menores, robos de vehículos de carga o inclusive asesinatos entre otros, pero este índice se puede subdividir en categorías o únicamente estudiar el área de interés, las fuentes pueden ser diversas entidades que se encarga de recolectar datos o presentan informes de lo visto a lo largo de lapsos de tiempo como lo es la policía u organizaciones gubernamentales.

Por su parte, Juárez (2018) indica que según el país donde el vehículo con el contenedor se encuentre, este tiene la probabilidad de sufrir un asalto parcial o total, existe diversos problemas generados por la condiciones externas que deben de ser atendidos, un claro ejemplo es la infraestructura vial, como se ve en Nicaragua, por las malas condiciones de las carreteras los delincuentes pueden subirse al contenedor por la disminución de velocidad evitando dañar la mercadería por las vibraciones o golpes por baches. Adicional el índice de inseguridad permite observar donde se debe de tener mayor cuidado al transportar, siendo un claro ejemplo Guatemala y Costa Rica con mayor probabilidad de tener un evento de riesgo hacia el vehículo, mercadería o ambos.

1.2. Sistema de seguridad tecnológico

Sánchez (2012), expresa que son métodos empleados para la sistematización con el principal propósito de generar mayor rentabilidad o productividad en sus aplicaciones como lo es la industria, comercios, residenciales, agrícolas, servicios públicos o tipo social, aparte de brindar seguridad minimiza el error humano, reducción en el tiempo de respuesta tanto en tiempo de ejecución procedimientos, despacho y procesamiento, por consiguiente, aumentando la confiabilidad en sus procesos. Los diseños pueden ser personalizados o bien un estándar que se acomode a diversas situaciones. La tecnología se actualiza, permitiendo un mayor rendimiento al pasar del tiempo y va desde la reducción de espacio físico, como también, mayores velocidades de respuesta o capacidad de recursos.

Asimismo, García (2010) define brevemente que la tecnología es la ciencia creada por el hombre con el propósito principal de satisfacer o solventar las necesidades e interés que la situación requiera. En la actualidad la tecnología

es demandada para la optimización de procesos y, es más, quién no utiliza estas herramientas pierde presencia por su baja competitividad debido a su poca flexibilidad, aumentando los costos respecto a empresas que su giro de negocio es similar, entonces son vulnerables en su rentabilidad. Ebel, Idler y Prede (2008), expresan que la tecnología se puede aplicar desde un simple monitoreo hasta procesos de producción, aumentando la producción generando más presencia para los productos de consumo masivo siendo este un claro ejemplo, aunque muchos conocen los sistemas tecnológicos se le denomina automatizar los procesos.

1.2.1. Componentes electrónicos

Para Sebastián y González (2009), son todos aquellos componentes que realizan todas sus operaciones con un pequeño flujo de energía eléctrica o con un flujo de corriente y voltaje, en su interior posee circuitos electrónicos con un diseño hecho para un funcionamiento en específico.

Hermosa (2012), define que los componentes electrónicos se pueden dividir en dos categorías, siendo estas en componentes pasivos y componentes activos:

- Componentes pasivos: son todos aquellos dispositivos que no generan ganancia de voltaje o corriente eléctrica, por lo que estos componentes su función permite un control en el voltaje o corriente por medio de la resistencia o impedancia que poseen los componentes internamente, siendo fundamentales en los distintos sistemas tecnológicos. Los componentes pasivos lo conforman las resistencias, condensadores y bobinas.

- Componentes activos: son dispositivos que permiten interconectar a todos aquellos componentes pasivos, permitiendo asegurar que las distintas señales de corriente y voltaje lleguen con una alta confiabilidad debido a que estos generan una ganancia en dichas señales amplificando su valor original.

Rashid (2015) expresa que en electrónica se usa una diversidad de componentes para generar un sistema especial como lo son los microcontroladores y procesadores que cubren con las necesidades que requiere la situación, entonces un conjunto de componentes pasivos y activos son capaces de controlar, analizar, documentar y actuar según su programación o diseño establecido, además permite llevar a cabo actividades que involucren grandes potencias a pesar que los componentes requiere un insignificante flujo de corriente eléctrica.

1.2.1.1. Sensores

Según Rashid (2015), son todo aquellos dispositivos que permiten interactuar con el entorno, pero estos únicamente interpretan diversas situaciones cambiando de estado y las transforman en pulsos de diversas magnitudes eléctricas, aunque estos dispositivos exclusivamente recolectan información del exterior, existen varios tipos de sensores los cuales van desde sensores que permiten capturar la temperatura, voltaje, amperaje, resistencia, inductancia, flujo de aire o agua, fuerza, tensión, rapidez, posicionamiento, presión, ubicación, luz, inclinación, humedad, movimiento, entre otros.

Los sensores permiten recolectar información para posteriormente ser procesados y generar una base de datos de los hechos sucedidos en conjunto de acciones correctivas o preventivas totalmente automatizadas si se utilizan en

conjunto con los microcontroladores como da a entender Hermosa (2012), estos sensores difieren como presentan los datos o como se comunican con los microcontroladores ya puede ser en rangos porcentuales de voltajes, forma digital es decir 5 voltios o 0 voltios como sería un claro ejemplo y por último, en trenes de bits.

Boltom (2006) define que los sensores son necesarios para la implementación de cualquier sistema tecnológico debido a la vitalidad de poder almacenar datos, además, la utilidad de la adquisición de datos permite documentar el estado en el cual se lleva a cabo el proceso tanto del microcontrolador como el del procesos o actividad que se está controlando, añadiendo que un teclado alfanumérico es un claro ejemplo de interacción incluso hasta con los seres humanos.

1.2.1.2. Actuadores

Para Ebel *et al*, (2008) son todos aquellos dispositivos o elementos que permiten interactuar con el entorno, pero a diferencia de los sensores, realizan lo inverso. Son los encargados de transformar una señal o un pulso eléctrico a una fuerza mecánica o secuencias de acciones, entonces un actuador es el agente que realiza la ejecución en el mundo real de origen *software*, por consiguiente, los actuadores realizan cambios físicos según una programación establecida, permitiendo realizar movimiento o acciones definidas previamente.

Define Boltom (2006), que los sistemas tecnológicos no necesariamente pueden llevar este tipo de dispositivos ya que hay sistemas que únicamente se dediquen a la recolección de datos, pero el actuador depende de los sensores para realizar acciones ya que para mantener la fiabilidad de los procesos debe de tener información para realizar una acción. Por otra parte, Hermosa (2012)

establece que lo recomendable es no mantener una acción constante de los actuadores, debido a que no se puede ver si la tarea se está llevando a cabo de la manera correcta.

1.2.1.3. Microprocesadores

Un microprocesador es un *chip* que contiene un circuito impreso, integrando una combinación de compuertas lógicas y *flip-flops*, dicho en otras palabras, combinación de múltiples circuitos combinacionales y secuenciales, permitiendo interconectar distintos sistemas o circuitos, siendo este como un periférico que conecta los diversos componentes y sistemas por medio de un *software* compatible con el microprocesador esto debido a que la programación debe de ser de bajo nivel. Según Alciatore y Histan (2008) indican que los sistemas que poseen un microprocesador o procesadores son sistemas denominados computador, ordenador y microcontroladores.

Los microprocesadores permiten realizar funciones aritméticas, lógicas, de comunicación y de control, por su arquitectura interna tenemos que lo conforma una unidad lógica y aritmética, registros y una unidad de control, entonces el microprocesador es conocido como unidad de procesamiento central. El beneficio que destaca Boltom (2006) es que los microprocesadores permiten una alta autonomía debido a que la función específica de los dispositivos inteligentes permite un arranque por sí mismo sin alguna intervención humana ordenada por sus propios programas de operaciones establecidos.

Williams (1989) argumenta que se tiene una diversidad de microprocesadores, lo que los diferencia es la capacidad en la que opera, la velocidad a la que puede trabajar, además se debe resaltar que el

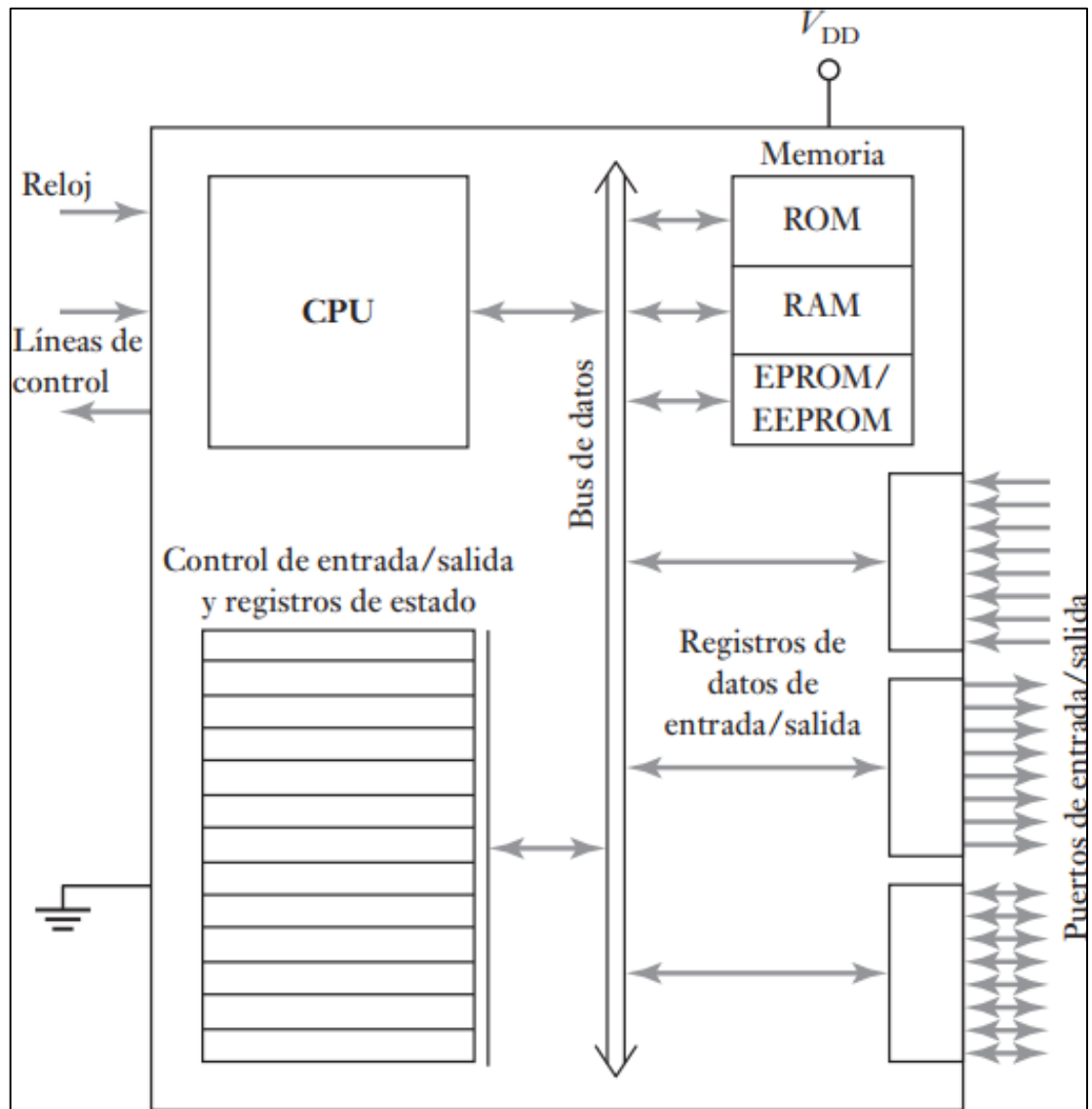
microprocesador pretende resolver problemas de gran magnitud a muy bajo costo.

1.2.1.4. Microcontroladores

Alciatore y Histan (2008) establecen que los microcontroladores son dispositivos que permiten almacenar datos en una memoria propia, pueden comunicarse con el entorno por medio de sus puertos de entrada y salida por medio de la recepción o emisión de señales, entonces se puede establecer que una aplicación para los dispositivos es la de controlar sistemas o auditar los mismos.

Pero Williams (1989), sugiere que los microcontroladores a diferencia de los microprocesadores son totalmente autónomos en cuanto a lo que requieren para poder operar, debido a que uno de los componentes del microcontrolador es un microprocesador, entonces, el microcontrolador únicamente requiere de alimentación y un programa basado en lenguaje de alto nivel permitiendo una gran flexibilidad en la gama de aplicación.

Figura 5. **Arquitectura de un microcontrolador**



Fuente: Boltom. (2006). *Mecatrónica, Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica.*

Por su parte, Boltom (2006) establece que los componentes que internos de un microprocesador son:

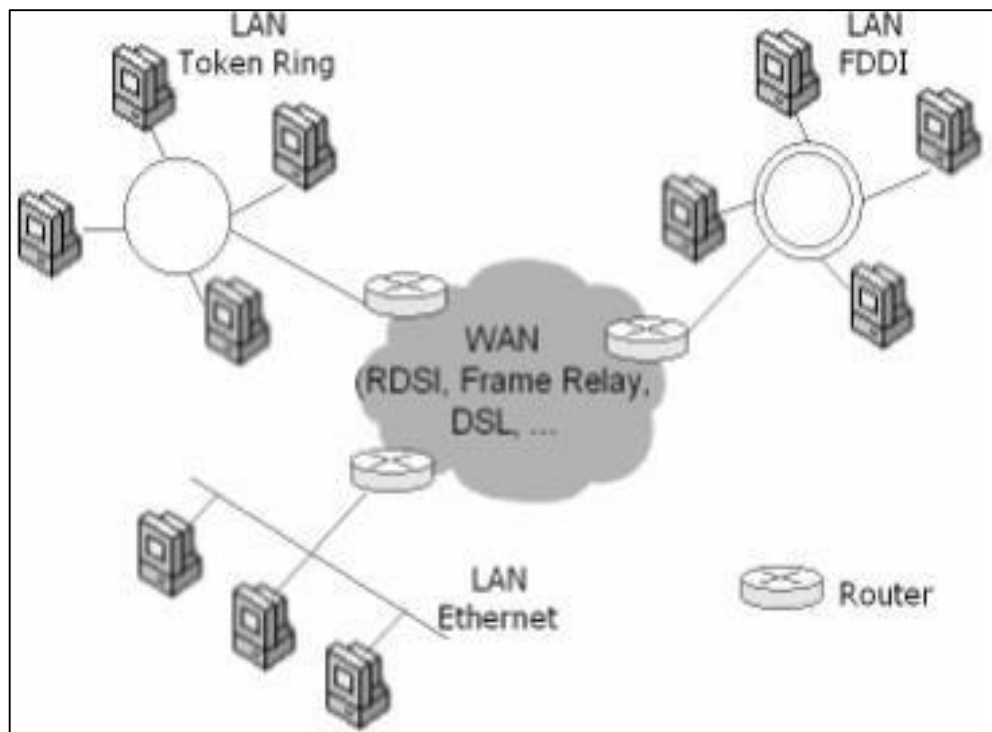
- Oscilador: encargado de generar pulsaciones que sirven como referencia para establecer el tiempo de ejecución de cada línea de comando programado.
- Puertos de entrada y salida: son los canales de comunicación e interpretación del entorno exterior del microcontrolador.
- Memorias: son capaces de almacenar la información de forma totalmente digital.
- Buses: encargado de interconectar a todos los demás componentes dentro del microcontrolador, estos se subdividen en tres buses: bus de datos, bus de dirección, bus de control.
- CPU: es la unidad encargada de conectar y controlar las operaciones que el microcontrolador debe ejecutar, direcciona el flujo de datos o las operaciones para que el microcontrolador tenga los recursos necesarios para ejecutar las tareas establecidas por su programa.

1.2.2. Redes informáticas

Es el conjunto de equipos inteligentes que permite la comunicación a gran escala de ordenadores por medio de los distintos protocolos que proporcionan una comunicación a grandes distancias identificándose por medio de una dirección IP. Segmento de red a la que se encuentra asociada conocida como máscara de subred y su dirección física MAC, la velocidad a la que operan es instantánea tal cual permite la interacciones en un tiempo imperceptible para los seres humanos.

Asimismo, Angelescu (2010) resalta que las redes informáticas permiten un monitoreo o ejecución de acciones a distancia ya sea en una simple llamada hasta operar toda una planta a distancia totalmente automatizada, la utilización de esta herramienta cada vez es más común entre los distintos sistemas tecnológicos, debido a que ofrece reducción de tiempo o quitar las limitantes que provoca la distancia.

Figura 6. **Estructura de una red informática**

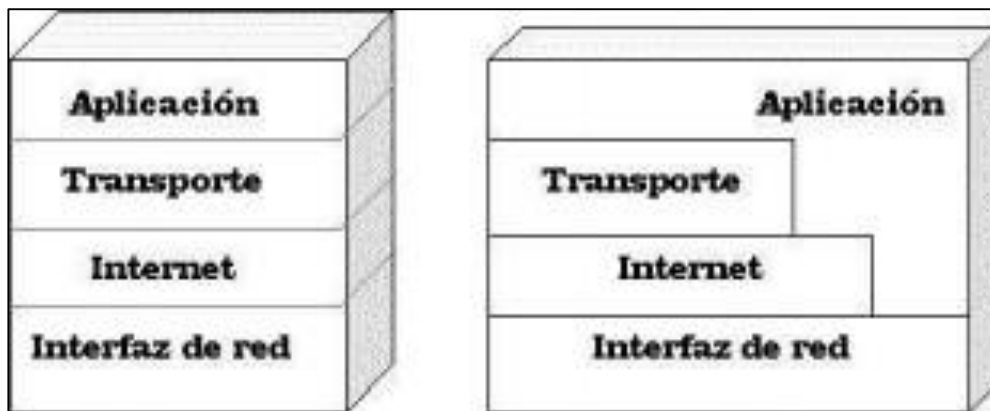


Fuente: González. (2006). *Redes Privadas Virtuales*.

Las redes están definidas como el medio para lograr la comunicación de dos ordenadores o más ya sea por conexiones inteligentes y totalmente autónomas por medio de impulsos eléctricos, luz o radiofrecuencia entre equipos que se encuentran a una velocidad estandarizada a la cual los dos

equipos puedan entenderse entre sí y de no ser así tienen la capacidad de ajustarse para lograr la comunicación entre estos equipos con el fin de mantener la disponibilidad del servicio. Lucena (2001) enfatiza que se rigen por el protocolo TCP/IP que estandariza este sistema de comunicación, este posee una diversidad de protocolos que comprende aplicación, transporte, internet y acceso a la red.

Figura 7. **Estructura de protocolo TCP/IP**



Fuente: González. (2006). *Redes Privadas Virtuales*.

González (2006) explica brevemente que las redes pueden clasificarse por medio de dos tipos, siendo las redes privadas y públicas esto es definido por la administración de la red. Las redes pueden dividirse según su área o topología WAN, MAN, SAN y LAN, es decir, por la capacidad de los ordenadores que se encuentran asociados a la red, aunque también se puede asociar a la cantidad de equipo dedicado para prestar este servicio, entonces las redes se pueden segmentar yasea de forma física o lógica.

Los equipos que constan las redes informáticas son:

- *Router*: encargados de rutear el tráfico de una red hacia otra según su establecido en sus líneas de código, proporciona un interfaz amigable, administra los recursos, provee cierto grado de seguridad, monitorea la calidad del servicio y elige la ruta con menor tiempo o costo asociado.
- *Switch*: dispositivo inteligente que permite interconectar a varios ordenadores sin que exista conflicto entre los demás dispositivos asociados a sus demás puertos, estableciendo conexiones lógicas.
- Servidores: son dispositivos encargados de proveer servicios que van desde asignar direccionamiento IP a los ordenadores, crear dominios, almacenar información, limitar acceso a la red, transferencia de archivos, correos.
- *Fire Wall*: componente que se dedica a resguardar la seguridad de la información que ingresa a una red o en su defecto la que sale de la red, entonces es la principal seguridad de la red a las cuales se encuentre asociada, restringiendo el tráfico.
- Ordenadores: también conocidos como dispositivos finales siendo estos, computadoras, microcontroladores, celulares, tableta, televisores todo aquel componente que puede conectarse a internet.
- *Software* de control: se sobre entiende como el programa dedicado al control de los equipos mencionados anteriormente ya que debe de existir compatibilidad entre los mismos equipos, además permite adaptarse a nuevas tecnologías, no necesariamente se debe cambiar el *hardware* para efectuar alguna actualización o mejora del servicio.

1.2.2.1. Redes privadas virtuales

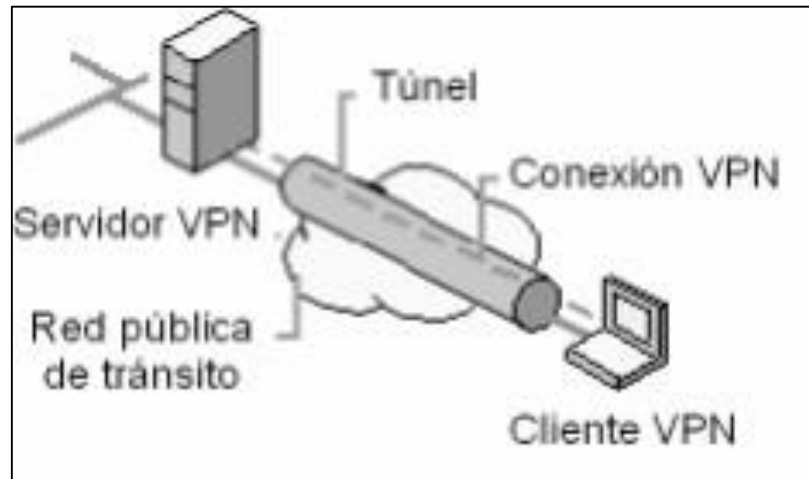
Para Lucena (2001), es un protocolo que permite salvaguardar el contenido de datos durante la transferencia entre dos ordenadores mediante el cifrado que permite una seguridad también conocida como un túnel creado en el medio para proteger la información cuando paso por internet mediante la creación de una red virtual que proporciona un servidor dedicado a prestar este servicio. La red privada virtual mantiene la confidencialidad mientras se navega en la web, se debe destacar que las redes privadas virtuales ejecutan cambios a nivel lógico y no físico, la necesidad de la privacidad en las redes hantomado mucha importancia por la información que se maneja y fiabilidad que el mensaje llegue tal cual se envió por ello se tiene la necesidad de *encriptar* los paquetes.

Para González (2006) las redes privadas virtuales son también conocidas por sus siglas en inglés VPN, entonces es una extensión que da seguridad a nivel de envío de datos de origen de una red de área local LAN hacia otra LAN, cuando estos datos cursan una red pública se encapsula y se *encripta* el mensaje para posteriormente enviarlo, la VPN realizan modificaciones en únicamente la capa de transporte del modelo TCP/IP, por consiguiente se puede definir que la VPN permite compartir información de dos LAN como si se estuviese compartiendo información los ordenadores en una única LAN.

Los componentes que conforma una red privada virtual son:

- Servidor VPN
- Túnel
- Conexión VPN
- Red pública de tránsito
- Cliente VPN

Figura 8. **Componentes de una red privada virtual VPN**



Fuente: González. (2006). *Redes Privadas Virtuales*.

Según González (2006), la VPN ofrece una solución de bajo costo para implementar la red a larga distancia al basarse sobre Internet, ofrecer la autenticación de usuarios de forma confiable a base de firmas digitales o claves de acceso que restringe el acceso a personas ajenas a la comunicación, el cifrado hace posible que nada de lo transmitido sea interceptado o interpretada por un agente externo.

1.2.3. Sistema de Posicionamiento Global

Puch (2008) define que es un sistema que permite a un dispositivo, persona o cosa ser localiza en todo el mundo con un grado alto de exactitud en la ubicación brinda, esta se efectúa en tiempo real, además tiene la ventaja de presentar datos referentes a la ubicación ya que inclusive muestra si el objeto se encuentra en movimiento por las diversas técnicas, por consiguiente, se puede

obtener la velocidad con la cual este se está desplazando en la superficie terrestre.

La precisión se logra por tres parámetros necesarios para generar las coordenadas de ubicación del objeto mediante la triangulación de tres parámetros: longitud, altitud y latitud. Permite definir la posición con alto grado de exactitud por su forma en la que los parámetros se complementan uno respecto al otro.

Sugiere, García (2008) que un sistema de posicionamiento global tiene por pilares fundamentales la globalidad, continuidad, dinamismo, precisión y exactitud. Los sistemas de posicionamiento global logran su cobertura de toda la tierra gracias a sus veintiún satélites registrados oficialmente en tal formación que permiten cubrir dos órbitas al día pero, para lograr fijar la posición se requiere que el objeto cuente con señales de tres satélites, además posee un centro de control que tiene por objetivo la calibración de los mismos satélites para asegurar la fiabilidad de los mismo por medio del envío de señales calculando la posición respecto al tiempo, velocidad y distancia, asegurando su posición a lo largo de la tierra manteniendo su órbita definida, entonces ya mencionado cuál es su funcionamiento cualquier persona u objeto puede ser rastreado mediante la posición de los satélites.

Ortiz (2017) define que el sistema de GPS permite agregar valor a las diversas actividades que realiza una empresa o industria, debido a que localiza las pertenencias o activos, mejora la productividad, protección y sostenibilidad. Existe una diversidad de aplicaciones para GPS, algunos ejemplos demuestran son útiles en la recolección de información como lo realiza Google Maps, que según la ubicación genera preguntas de experiencia en algún centro comercial o negocio para valorizar el mismo.

1.3. Calidad

No tiene una definición exacta ya que la palabra es razonada en base a cada criterio personal, es decir, un producto o servicio puede ser bueno en un punto en específico, como puede ser una comida con un sabor único, como también, un restaurante tiene la mejor atención al cliente, pero Evans y William (2008) lo definen como un sinónimo de excelencia. La excelencia añade valor a la marca, y el valor se obtiene desde cada tarea o proceso realizado como la reducción de desperdicio, procedimientos y áreas adecuadas de trabajo, tiempo óptimo, perfección y satisfacción de clientes.

Summers (2006), define que la calidad únicamente se base en la satisfacción del cliente y debido a que la satisfacción del cliente es cambiante entonces la calidad debe de ser de igual forma y, por ende, es multidimensional, por tanto, la calidad se puede decir que engloba toda una actividad estratégica que añadió valor al producto o servicio.

Advierte, Renata (2020) que los aspectos en términos generales de la calidad es la satisfacción del cliente y características especiales o específicas del cliente sin importar el tipo de producto o servicio, es posible determinar la calidad pero es indispensable añadir algún elemento que ayude a superar las expectativas del cliente objetivo para lograr una mejor captación en el mercado.

1.3.1. Diseño

Asimismo, Boltom (2006) describe brevemente que el producto final de una serie de procesos relacionados entre sí, pero entonces se puede decir que un diseño es requerido para solucionar una necesidad y esta necesidad puede ser parcial o total además se puede interpretar como un problema

tomado desde el punto de vista de un proveedor o productor, por consiguiente podemos establecer que un diseño se requiere para obtener una solución a una problemática.

El diseño involucra una serie de procesos que son:

- Necesidad.
- Análisis de problema.
- Preparación de una especificación.
- Generación de soluciones posibles.
- Selecciones de una solución apropiada.
- Producción de un diseño detallado.
- Producción del dibujo de trabajo.

Por lo tanto, Renata (2020), demostró y recomendó que un diseño debe de ir asociado a un proceso de mejora continua, con el fin de poder adaptarse a la situación y obtener los resultados deseados que están plasmados en los objetivos propuestos, por tanto, se puede decir que un diseño debe de ir acompañado y someterse a una metodología de calidad debido a que tiene que buscar la solución ante cualquier problemática, entonces esto nos lleva a poder cubrir la necesidad alcanzando las expectativas del usuario por el valor agregado en la correcta ejecución del proceso de diseño.

1.3.2. Herramientas para la calidad

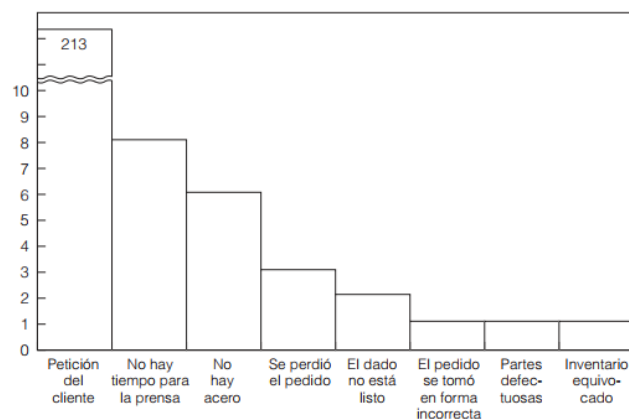
En tal sentido, Tarí (2000) define que son todas aquellas herramientas que facilitan el entendimiento y proporciona apoyo en la ejecución de diversas tomas de decisiones, permiten una visualización clara, además, otorgan una dirección para que su determinación sea lo más acertada en la resolución del

problema, hay desde herramientas que permiten la identificación hasta herramientas que permiten el control de la solución a la problemática, por ende, estas herramientas brindan el apoyo en toda la metodología de calidad adoptada.

1.3.2.1. Diagrama de Pareto

Es una herramienta visual, el gráfico consta de una serie de barras donde la altura de la misma o el eje Y es la frecuencia y el eje X representa algún tipo de evento, por lo que el diagrama de Pareto permite discriminar los datos más importantes -muchos triviales- de los menos importantes -pocos vitales- permitiendo identificar oportunidades de mejora o bien priorizar eventos como lo resalta (Tarí, 2000). Esta herramienta permite resaltar un evento con mayor recurrencia, entonces por ende, si se ataca este evento traerá mayor impacto de forma positiva en la solución, por último, el diagrama de Pareto únicamente muestra de manera visual y ordenada un conjunto de datos para posteriormente ser analizados de forma sencilla como indica Renata (2020).

Figura 9. Diagrama de Pareto

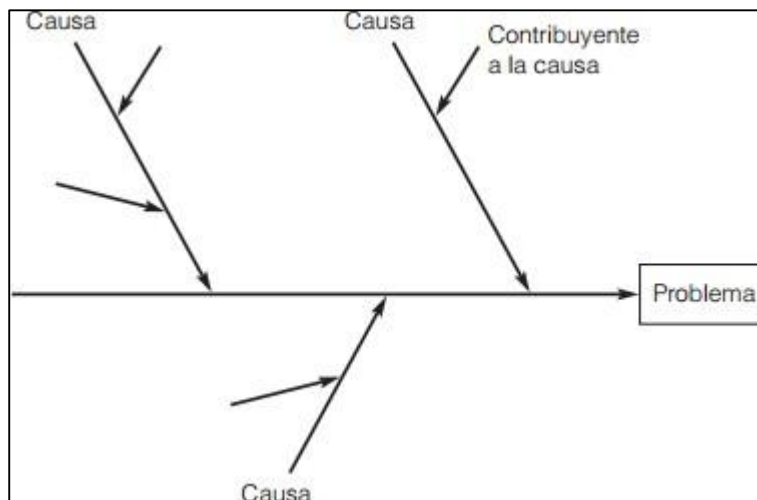


Fuente: Evans y William. (2008). *Administración y control de la calidad*.

1.3.2.2. Diagrama de causa y efecto

Aporta Tarí (2000) que el diagrama de causa y efecto es conocido como diagrama de *Ishikawa* o diagrama de espigas, está enfocado a determinar y proveer de información de todos los posibles factores que derivan de un problema. Renata (2020) resalta que esta representación gráfica provee una estructura ordenada de todos los componentes permitiendo un entendimiento de donde provienen todos los elementos del cual están compuestos. Como su nombre lo indica representa gráficamente el efecto de múltiples causas.

Figura 10. Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: Evans y William. (2008). *Administración y control de la calidad*.

1.3.2.3. Recopilación de datos

Tarí (2000) brevemente explica que permite la recolección y canalización de datos de una forma sencilla con una previa estructuración, como bien se mencionó esta herramienta indica que antes de iniciar el proceso de recolección

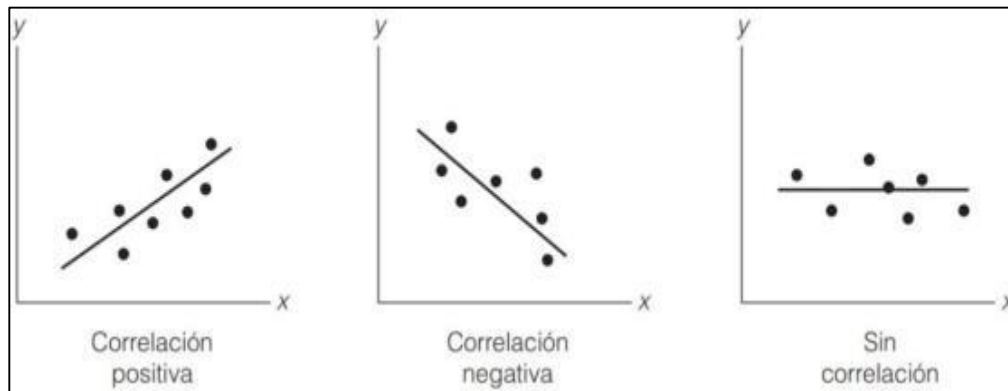
se debe de establecer qué datos se desean recolectar, de que tipo son, en qué momento y frecuencia se deben de obtener, básicamente se procede a crear un base de datos uniforme evitando pérdida de datos, que servirán para prevenir y reducir errores previos a su análisis según sea el problema a resolver, estado o resultados a evaluar.

1.3.2.4. Diagrama de dispersión

Evans y William (2008) expresa que esta herramienta es utilizada para la visualización de dos variables sobre un plano X y Y, permite un entendimiento más fácil ya que se mapea un conjunto de puntos y al observar la pendiente de dichos puntos se determina si existe correlación o relación entre las dos variables, en el cual se observa que esta puede ser de tres tipos de correlación siendo estas:

- Correlación positiva.
- Correlación negativa.
- Sin correlación.

Figura 11. **Diagrama de dispersión**



Fuente: Evans y William (2008). *Administración y control de la calidad*.

1.3.3. Metodologías para la mejora continua

Por su parte, Tarí (2020), menciona que son todos aquellos procesos o metodologías establecidas para llevar a cabo la implementación de un sistema de control de calidad. Existen varios sistemas por lo cual únicamente nos enfocaremos en el ciclo de Deming ya que es el más utilizado y por sus cuatro etapas en los cuales define y delimita a cada uno según el avance a lo largo de su metodología, se puede decir que indica un conjunto de normas definidas en pasos a seguir y poder obtener un procesos de mejora continua permitiendo llegar a los objetivos propuestos para que aumente la calidad ya sea de un producto o servicio

También se puede decir que es una herramienta que permite la solución de problemas en los procesos, ya que su metodología está basada en la solución de problemas en dicho proceso, ahora bien se describe de la siguiente manera debido a que la calidad es sinónimo de excelencia como lo indica Evans

y William(2008), por tanto, se debe de reducir fallos o problemas existentes en los procesos.

1.3.3.1. Ciclo de Deming

Evans y William (2008) define que es un ciclo que permite una mejora de forma continua de la calidad en las operaciones, es decir que por medio de su metodología busca cumplir el objetivo propuesto motivándolos a su mejora, el ciclo de Deming también conocido por sus siglas en inglés como ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) es de origen japonés con una filosofía de asociación de los procesos administrativos desde una perspectiva estadístico.

Figura 12. Ciclo de Deming



Fuente: Evans y William. (2008). *Administración y control de la calidad*.

El ciclo de Deming se compone de cuatro partes:

- Planear:

En esta etapa lo que se busca es definir el problema en base a un análisis situacional y el proceso que se emplea, se determina la forma en la cual se atacará el problema en base a la formulación de procesos a seguir, actividades y quiénes serán los responsables, por lo que como su nombre lo indica, busca realizar un plan que restructure el proceso para redireccionarlo hacia el cumplimiento del objetivo en base a resaltar las teorías sobre las posibles causas y por consiguiente el desarrollo de las posibles soluciones las mismas.

- Hacer

Esta etapa se apoya previamente de la etapa de planear, en el cual se ejecuta o se hace lo propuesto en la planeación, es decir, una instalación, corrección o el añadir un proceso u elemento.

- Verificar o estudiar

Posteriormente a la implementación de la posible solución se monitorea con el fin de recolectar datos medibles para su análisis y permite evaluar posibles eventos colaterales que surjan a raíz de ella, todo esto documentado establecido previamente en la etapa de planeación como también los indicadores, parámetros a medir y la frecuencia en la que serán recolectados, permitiendo medir que tan efectiva fue la solución propuesta.

- Mejorar o actuar

Esta etapa de la metodología permite hacer ajustes acorde a la recopilación previamente obtenida en el proceso de verificación, permite accionar

correcciones en base a todos los datos o experiencias obtenidas en las tres etapas anteriores y por ello es llamada etapa ajustes, ya que permite la modificación de las etapas anteriores que permitan alcanzar el objetivo propuesto volviéndolo un ciclo de mejora continua o un ciclo infinito que terminará hasta alcanzar el objetivo por consiguiente busca la optimización del proceso.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la ejecución de la presente investigación fue obligatorio cumplir con cuatro fases basado en un cronograma de actividades que fue propuesto en el trabajo de investigación. Se contó con el apoyo de personal técnico especializado en el tema de gestión de transporte como también de operarios de camiones con el propósito de alcanzar el objetivo principal que consistió en el diseño de un sistema de seguridad tecnológico para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies con la ayuda de la metodología PDCA.

Se procedió con la fase uno: la recolección y construcción de toda la documentación de información útil que permitió orientar de manera correcta la investigación mediante referencias bibliográficas. Se procedió a definir como puntos principales el transporte de mercadería, sistemas de seguridad tecnológico y calidad. Cada tema mencionado fue investigado, su definición, características, tipos y procesos, con el propósito de tener un mayor entendimiento y dominio de los temas de la presente investigación.

Para la segunda fase, se partió desde la descripción y análisis de la empresa que se dedica al transporte de mercadería contenerizada, por lo que se utilizó diversas herramientas para la recolección de información. Para la recopilación de datos se inició con la revisión documental como fuente principal, posterior a ello se procedió al análisis del estado situacional en cuanto a conteo de contenedores de veinte pies que tiene alguna pérdida de mercadería por medio del costo de la mercadería y los costos asociados a la seguridad, de un total de 131 viajes realizados en un lapso de 6 meses. Se realizó una previa

junta con el supervisor del área de transportes, en el cual se obtuvieron una serie de hallazgos, sin olvidar que también se obtuvo información mediante la observación directa y cuestionario previamente estructurados. Con ello se determinó sus puntos fuertes y débiles de las medidas utilizadas.

En la tercera fase, se procedió a la elaboración de la propuesta de un sistema tecnológico para la reducción de inseguridad que sufren los contenedores al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA, debido a que en la fase anterior se determinó el estado situacional de la empresa y el análisis de medidas utilizadas para reducción del mismo, se ejecutó el esquema de trabajo que plantea la metodología PDCA con ello se determinó cuál problema generaba mayor impacto negativo en las pérdidas de mercadería, determinado el problema se procedió a realizar el mejor diseño para abordar la problemática. Se establecieron los indicadores para medir el desempeño del mismo y los cuestionarios para la recolección de información para su posterior análisis. Por último, se establece el costo real del dispositivo.

En la cuarta y última fase, se procedió a la realización del informe final donde se plasma los resultados obtenidos, la discusión de los resultados y las respectivas conclusiones y recomendaciones, con el fin del cumplimiento del objetivo principal del diseño de un sistema de seguridad tecnológico en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar el diseño del sistema tecnológico para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica se adoptó y se apoyó en la metodología PDCA con el fin de que pueda mejorar continuamente y lograr la excelencia operacional. Se presentan a continuación los resultados de acuerdo a los objetivos propuestos.

- Objetivo 1. Identificar los aspectos colaterales producidos por la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica

Por lo que fue necesario un estudio de cómo la empresa de transporte realizaba sus operaciones.

3.1. Diagnóstico situacional

Es una empresa que cuenta con varias sedes en toda Centroamérica, pero la central se encuentra ubicada en Villa Nueva de la ciudad de Guatemala. El Departamento de Logística se subdivide en dos áreas: el Área de Transporte, que se encarga de la planificación y todo lo concerniente a los viajes a realizar y el Área es la de Mantenimiento, que son los encargados de gestionar todo lo relacionado al mantenimiento de los camiones como también de los remolques, furgones secos y tanques.

El Área de Transporte cuenta con tres supervisores y noventa conductores de camiones de los cuales esta empresa posee una cantidad de cien camiones o cabezales que tienen la capacidad de transportar una amplia gama de tipo de mercadería, la empresa es capaz de transportar desde mercadería de tipo a granel, mercadería congelada y mercadería contenerizada o mercadería seca.

Debido a la información que se proporcionó por parte de los supervisores, se tiene la cantidad de viajes, pero se discriminó para contabilizar únicamente los viajes que se realizaron con carga contenerizada específicamente de veinte pies en la región de Centroamérica como se muestra en la tabla II.

Tabla II. Viajes de vehículos con contenedores de veinte pies en la región de Centroamérica en el segundo semestre del 2018

Fecha	Cantidad de viajes
Julio-18	18
Agosto-18	22
Septiembre-18	20
Octubre-18	21
Noviembre-18	24
Diciembre-18	26
Total	131

Fuente: elaboración propia.

Se tiene un total de ciento treinta y un viajes realizados en el segundo semestre del año 2018, adicional también se observó el comportamiento del costo de la mercadería transportada en contenedores de veinte pies en la región de Centroamérica como se muestra en la tabla III.

Tabla III. **Costo de la mercadería transportada**

Fecha	Costo total de la mercadería	Costo de pérdida de mercadería	Porcentaje de pérdida total
Julio-18	\$947,009.00	\$12,240.16	1.2925 %
Agosto-18	\$1,063,637.00	\$16,292.10	1.532 %
Septiembre-18	\$993,718.00	\$10,519.13	1.059 %
Octubre-18	\$1,037,856.00	\$40,391.30	3.892 %
Noviembre-18	\$1,114,348.00	\$14,546.62	1.305 %
Diciembre-18	\$1,255,485.00	\$19,076.34	1.519 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla III se observó el promedio del valor de la carga en dólares, este valor es el valor que el cliente pagó por N cantidad de productos, ahora el valor del costo de pérdida de mercadería es el valor de N cantidad de productos que no llegaron a su destino y con ello se obtuvo el porcentaje de pérdida, siendo este en promedio del 1.766 %, ahora bien, la cantidad en dólares de mercadería perdida que se observó en el segundo semestre del 2018 fue de \$113,065.65 dólares americanos. Los supervisores indicaron que estas pérdidas se desglosan de la siguiente manera en un viaje multimodal típico.

- Pérdida de mercadería en el transporte terrestre en el país de origen del proveedor.
- Pérdida de mercadería en el transbordo en el puerto en el país de origen del proveedor.
- Pérdida de mercadería en el puerto de origen.
- Pérdida de mercadería en el puerto de destino.
- Pérdida de mercadería en el transbordo en el puerto en el país de destino.
- Pérdida de mercadería en el transporte terrestre en el país de destino.

Sin olvidar que se tiene eventos en los cuales se tiene pérdida total de la mercadería y del vehículo, el robo por bandas organizadas o por vuelco del vehículo.

Las medidas de seguridad que la empresa utiliza para brindar seguridad a los vehículos y contenedores son:

- GPS.
- Marchamo o sello de seguridad.
- Datos históricos de zonas de alto riesgo.
- Escolta.

Los supervisores indican que los pilotos realizan un máximo de 10 viajes por mes, aunque depende de la demanda se ha manejado un mínimo de 5 viajes por mes, por lo que los pilotos están capacitados para poder manejar el vehículo con cualquier tipo de carga.

Se observó que no se tiene ninguna metodología de mejora para este proceso, se tiene que los supervisores son los encargados de brindar mejoras al proceso, pero ellos indican que no se tiene recursos y que ellos trabajan según se presenta la necesidad, pero indican que no se tiene un control documental de las mejoras implementadas o seguimiento en los proyectos piloto, por lo que se observó no se tiene un grupo dedicado a optimizar el servicio del transporte de carga contenerizada, no se tienen establecidos indicadores establecidos para mejora. Se observa que no se tiene conocimiento de cómo abordar la resolución a problemas en los procesos, no se tienen las herramientas necesarias para el correcto análisis de información que recolectan, no se observa una cultura de mejora continua en el área.

Se observó que no se tiene estructurada una entrevista para los pilotos que presentaron un viaje que sufrió un robo o cualquier tipo de problema ya sea menor o mayor, se documenta tomando la declaración verbal del piloto y los datos recopilados únicamente se utilizan con el fin de tener documentado el hecho.

Se obtuvo la siguiente información respecto a los robos que sufren los contenedores, se realizó un cuestionario que se encuentra en el apéndice 2, hacia los pilotos que manejan este tipo de carga para determinar cuál es el evento con mayor recurrencia y se obtuvo que fue el robo de mercadería en carga contenerizada como se muestra la tabla IV.

Tabla IV. **Recurrencia de tipos de robo según experiencia de los pilotos**

Tipo de robo	Cantidad de pilotos
Robo en movimiento	8
Retén policíaco falso	48
Forzado a parar	15
Fronteras	3
Estacionamiento	16
Total	90

Fuente: elaboración propia.

Los pilotos indicaron que los países que consideran más peligrosos son Guatemala y Costa Rica, debido a que las bandas están más organizadas y que en ocasiones les ha tocado lidiar con estos grupos criminales. Varios indican que simulan ser un retén policial, al solicitar los documentos estos encañonan al piloto aun cuando el camión esté siendo escoltado con seguridad, ellos indican que no se tiene algún botón de pánico o de indicador que están en un retén, posterior a ello localizan el GPS lo queman y por último, los pilotos son abandonados en la orilla de la carretera, adicional al momento de este tipo de

robo pocos camiones son recuperados y se piensa que los camiones son desmantelados por la bandacriminal.

Los pilotos indican que no tienen conocimiento de la ubicación del GPS en el camión y que a veces les generó problemas ya que los delincuentes piensan que ellos saben el dato. Indican que a veces se les agrede físicamente para obtener el dato. Adicional se observó que una empresa externa es quien provee el servicio de GPS y este servicio es cobrado por unidad, representando un costo de 375 quetzales.

Se Indica que la mercadería posee un seguro que el cliente paga, pero que es ajena a la empresa, los supervisores señalan que tiene un valor que varía según el país de origen de la mercadería, ahora bien, se cuenta con un seguro para los camiones, siendo este obligatorio, debido a que se tiene pilotos que son dueños de sus propios camiones que prestan el vehículo a la empresa y este costo corre por cuenta del dueño de este.

- Objetivo 2. Analizar las medidas que se ejecutan para la reducción de seguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.

3.2. Análisis de las herramientas utilizadas

Se tiene escolta de seguridad del contenedor, este acompaña en determinado recorrido siempre y cuando la empresa que provee el servicio cubra la ruta, ahora bien, también es contratado en ciertos tramos y no en la ruta completa siempre y cuando el proveedor tenga sedes a lo largo del trayecto, pero si este no posee se realiza el viaje completo, este tiene un costo por kilómetro recorrido. Es una excelente medida, pero aun con ella indicaron los pilotos que

sufrieron robos parciales y totales de la mercadería, como su nombre lo indica escolta el camión, las tácticas de la escolta se desconocen ante eventos de alto riesgo, no se observa comunicación con los escoltas y piloto.

Los camiones se observan que poseen GPS, pero se observó de forma directa que solo algunos modelos y siendo estos modelos recientes, por lo que la empresa de transporte ve un gasto al añadirle este dispositivo a todas las unidades, las unidades que lo poseen este instrumento únicamente sirven para mostrar la ubicación en el mapa sin poderlo compartir datos por internet, con el fin de únicamente ubicar al piloto en el mundo, algunos modelos tiene la opción de almacenar la ruta con el fin de poder ver la ruta que tomó el piloto, esta información es analizada para evaluación de mejores rutas y opciones de rutas alternas por posibles dificultades en ciertos tramos de la carretera.

Los pilotos y supervisores indican que tienen rutas establecidas en las cuales los vehículos pueden transitar, estos pueden ser modificados con previa notificación, debido a que se tiene establecidas zonas rojas.

Las zonas rojas o peligrosas son establecidas en reuniones con los pilotos, donde indicaron que se han tenido varios eventos donde han sucedido robos parciales o totales, adicional se observa que no se tienen herramientas para el manejo y obtención de información, adicional se observa que no utiliza la información recolectada en las entrevistas con los pilotos previo al este presentar un robo a su unidad para la determinación de zonas de alto peligro, adicional la medida que utilizaron para reducir este evento es transitar en horario matutino.

Existen contenedores que poseen un sistema GPS, el cual también es subcontratado por otra compañía que le provee el servicio del centro de

operaciones y son encargados de monitorear el recorrido del contenedor, el dispositivo tiene un costo aproximado de 375.00 quetzales por viaje realizado, pero este servicio es pagado por los clientes o el dueño de la mercadería, esto prácticamente les brinda la información de cómo está el estado de su mercadería por lo que se tiene que el costo de esta herramienta en los 131 contenedores estudiados suma un costo total de Q 49,125.00. En un lapso de 6 meses, desglosando el precio obtenemos un costo por mes promedio del Q 8,187.50 y esto se obtuvo únicamente de las unidades que transportan mercadería contenerizada, este dispositivo es removible, si este dispositivo es extraviado, robado o en su defecto destruido por alguna colisión el costo es absorbido por el proveedor de servicio. Los datos de la ruta son enviados por medio de correo al dueño de la mercadería.

La medida de seguridad más común o principal que se tiene son los sellos de seguridad que son colocados desde que la mercadería sale desde el almacén del proveedor, el sello más común es el de tipo botella, aunque este tipo de sello en ocasiones es remplazado a lo largo del viaje, esto debido a que si se tiene la necesidad de que el contenedor sea abierto por personal autorizado, depende también del tipo de luz roja en la aduana o frontera, este proceso de luz de forma aleatorio, adicional en la carretera solo la policía de frontera delegada a su país son los únicos que pueden abrir el contenedor para ver su contenido cuando estos son transportados vía terrestre.

Como última medida, se observa de manera directa que se tiene un costo de seguro de mercadería, el dueño de la mercadería es quien paga el costo del mismo, este valor varía según de donde provenga la mercadería, este valor se obtiene del precio de la mercadería total, existen diversas empresas que proveen este servicio, se observa que el tiempo promedio 4 meses de retorno del costo de la mercadería.

Se observa que con todas las medidas utilizadas se tiene el 40 % de sufrir un robo ya sea que esté fuera parcial o total, cuando se expresa el término total se incluye el camión hurto del camión, en él obtienen el 50 % de recuperación total de la mercadería y camión.

- Objetivo 3. Determinación de los beneficios en la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica por medio del diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA.

3.3. Beneficios obtenidos mediante el diseño tecnológico

- Reducción en el porcentaje de pérdida total de mercadería en los contenedores de veinte pies

Tabla V. **Costo de mercadería en camión con el dispositivo instalado**

Fecha	Costo total de la mercadería	Costo de pérdida de mercadería	Porcentaje de pérdida
Abril-19	\$395,049.50	\$4,309.99	1.091 %
Mayo-19	\$689,107.70	\$8,227.90	1.194 %
Junio-19	\$500,448.35	\$6,050.42	1.209 %
Julio-19	\$387,856.48	\$3,711.78	0.957 %

Fuente elaboración propia.

Se observó en la tabla V que se obtuvo un porcentaje promedio de pérdida del 1.112 % de pérdida de mercadería por lo que se tiene que se redujo un 37.032 % este promedio.

Se observó que el camión sufrió un total de diez incidentes de los cuales se logró la recuperación del camión con pérdida parcial de mercadería de 7 y el restante se recuperó intacto el contenedor de un total de 30 viajes realizados,

donde adicional, se contabilizan 84 veces la utilización del botón de pánico o aviso de retén con un promedio de 2.67 veces por viaje realizado con una moda de 2 veces.

- **Recolección de Información**

Se obtiene información de la ubicación del contenedor mientras se encuentre dentro de la cobertura de red celular y sea capaz de visualizar su ubicación en un tiempo de 15 segundos delimitado por el servidor, se puede observar de forma gráfica en un mapa y adicional se tiene el historial con hora, fecha y posición, por lo que se tiene toda la información en la nube y cuando esteno se encontraba en la cobertura de red celular, el dispositivo almacena la trayectoria en una memoria *microSD* en formato TXT que se puede obtener al finalizar el viaje. Adicional toda esta información es valiosa para futuras mejoras en el diseño o en la operación como tal.

- **Metodología PDCA**

La metodología permitió un flujo fácil y estandarizado, debido a las herramientas asociadas a la calidad, tanto en la manera en la que se recolectó datos, visualización y análisis de las variables, se determinó un *checklist* para abordar este problema como se observa en el apéndice 3, se definieron indicadores acordes a los objetivos propuestos.

3.4. Propuesta de un diseño tecnológico creado a partir de una metodología PDCA

- **Objetivo 4.** Diseñar un sistema de seguridad tecnológico en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA.

Se requiere la realización del diseño tecnológico y la prueba piloto, se adoptó la metodología PDCA, se inició con establecer un esquema de trabajo por lo que se recurrió a un *checklist* que determina los pasos a seguir durante el proceso, este esquema de trabajo se observa en el apéndice 3. Como primer puntose determinó el objetivo principal del grupo de mejora continúan en el área de transporte, el cual se estableció, buscar la excelencia operacional en el área de transporte por medio de la tecnología.

En la definición del proceso de transporte se determinó el análisis situacional y análisis de las herramientas utilizadas por lo que se procedió con el siguiente punto del esquema, se identificó las personas necesarias para el seguimiento y ejecución de futuros proyectos para mejorar la calidad del servicio de transporte, el grupo se conformó de 12 participantes: el gerente de transporte, el subgerente de transporte, tres supervisores del área de transporte, dos personas del Área de Tecnología e Informática, un encargado del equipo de mejora, tres pilotos y mi persona. El primer piloto fue elegido por ser el que posee más tiempo en la empresa, el segundo por ser el piloto por ser más joven, y el último fue elegido de forma aleatoria.

Para el punto número cuatro del esquema de trabajo, en la primera reunión se estableció que el primer punto como mejora sería el transporte de carga contenerizada, por lo que se procedió a la creación de la cultura de registro y recolección de datos de forma organizada por lo que se estableció el cuestionario formulado en la tabla VI, este cuestionario se utilizó después de concluir cada viaje, cada piloto debía llenarlo posterior al concluir un viaje, con el fin de obtención de datos de manera clara y ordenada, pero el supervisor debía llenar la sección sobre las medidas de seguridad. El supervisor fue el encargado de brindar el detalle de la nueva plantilla hacia los pilotos.

Tabla VI. Recolección de datos después de un viaje realizado

		Fecha		
		Día	Mes	Año
				
Informe de viaje realizado				
Sección de información				
Nombre del piloto:				
ID del piloto:				
Fecha del incidente:				
Código de ruta:				
Horario del incidente:				
Preguntas				
¿Ocurrió algún incidente?	Si:	☐	No:	☐
Si la respuesta fue "Si" llenar la siguiente sección:				
¿Qué ocurrió?	Robo:	☐	Accidente:	☐
En qué país ocurrió el incidente:				
¿Usted realizó un cambio de ruta?	Si:	☐	No:	☐
¿El incidente ocurrió en el cambio de ruta?	Si:	☐	No:	☐
Si la respuesta fue "Si" indique donde:				
Si en caso fue robo llene esta sección:				
La pérdida de mercadería fue:	Parcial:	☐	Total:	☐
El camión fue robado:	Si:	☐	No:	☐
Se recupero el camión:	Si:	☐	No:	☐
Información sobre las medidas de seguridad				
¿Tenía escolta?	Si:	☐	No:	☐
¿Tenía GPS?	Si:	☐	No:	☐
¿Sello de seguridad?	Si:	☐	No:	☐
Cantidad monetaria total de la mercadería:				
Cantidad monetaria de pérdida de mercadería:				
Describa brevemente el incidente:				
Piloto Supervisor				

Fuente: elaboración propia.

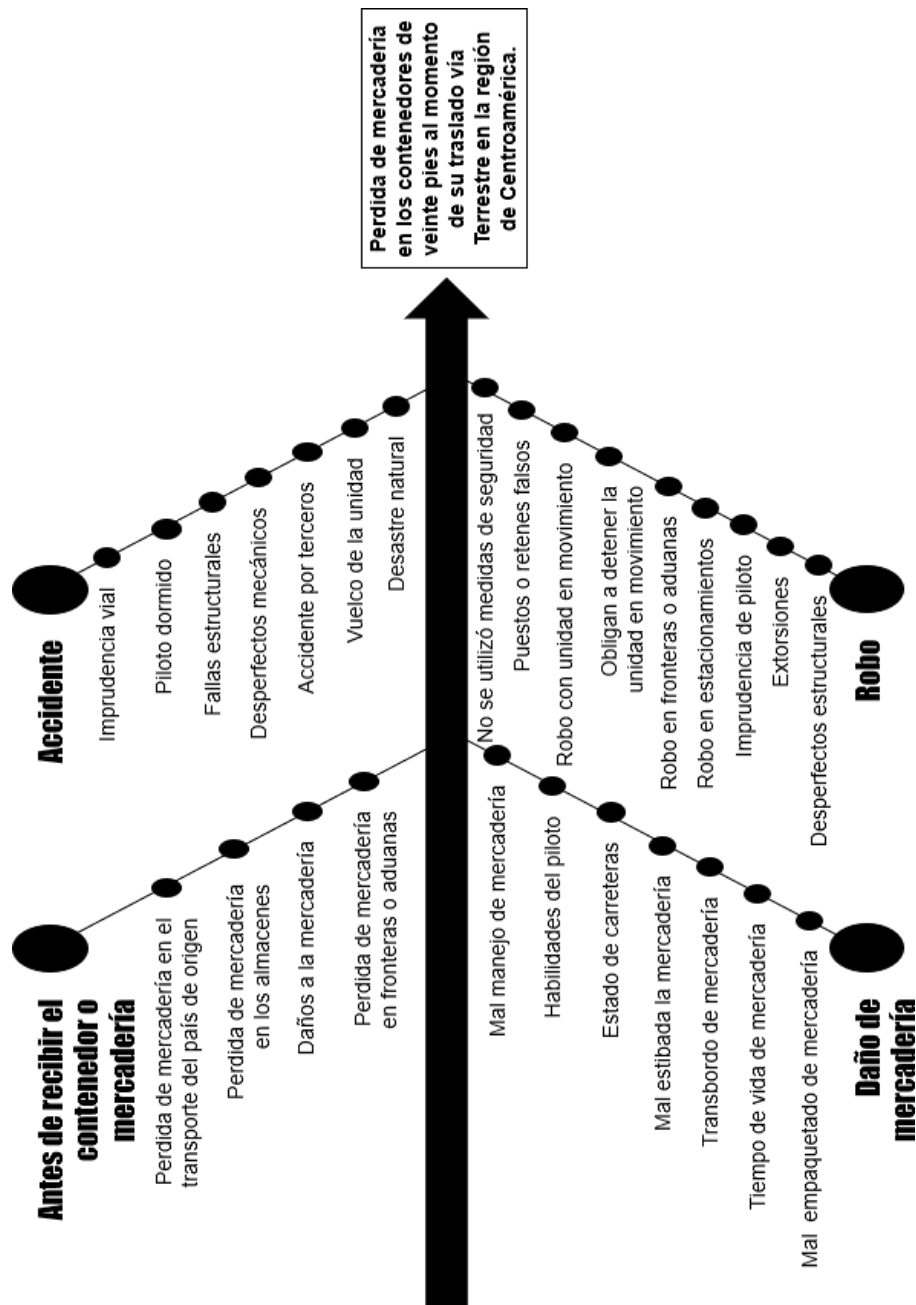
Se apoyó de datos históricos que posee la empresa, donde se observa la cantidad monetaria del valor de la mercadería que se maneja, esta información

la empresa la solicita con valores aproximados y se les indica a los clientes que es necesaria para la determinación del nivel de seguridad de escolta o si este no es requerido por el tipo de mercadería, pero siempre queda a elección del cliente esta decisión.

Se identificó como problema la inseguridad en la carga contenerizada, como se mostró en la tabla III, se tiene un porcentaje de pérdida de mercadería en el traslado de carga contenerizada del 1.766 % que equivale a \$113,065.65 dólares americanos.

Se procedió a utilizar el diagrama de causa y efecto como herramienta en la determinación de posibles causas, se observó de manera más entendible y desglosada las posibles causas y efectos de la inseguridad que sufre la mercadería cuando es transportada en contenedores vía terrestre como se estableció en el punto número cinco.

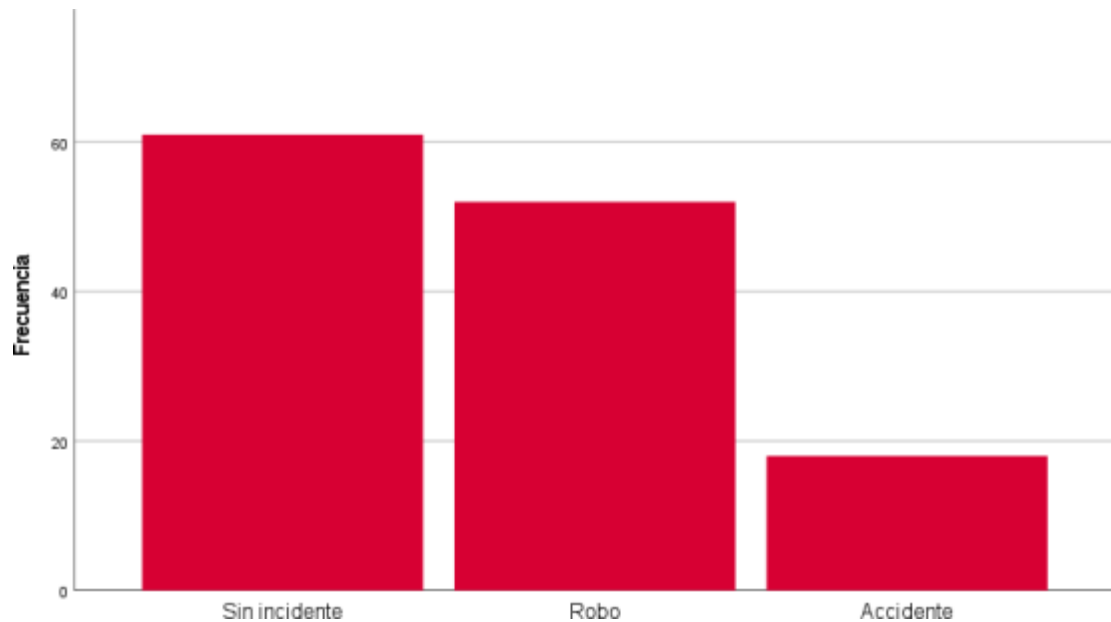
Figura 13. Causa y efecto analizando la pérdida de mercadería en los contenedores de veinte pies



Fuente: elaboración propia.

Se determinó que las principales causas son: el robo de mercadería y en accidentes viales al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica en la carga contenerizada, el diagrama permitió determinar las causas que generan mayor afectación y delimitar las ajenas al proceso, por lo que se determinó que robo y accidente son las que generan mayores efectos en la pérdida de mercadería.

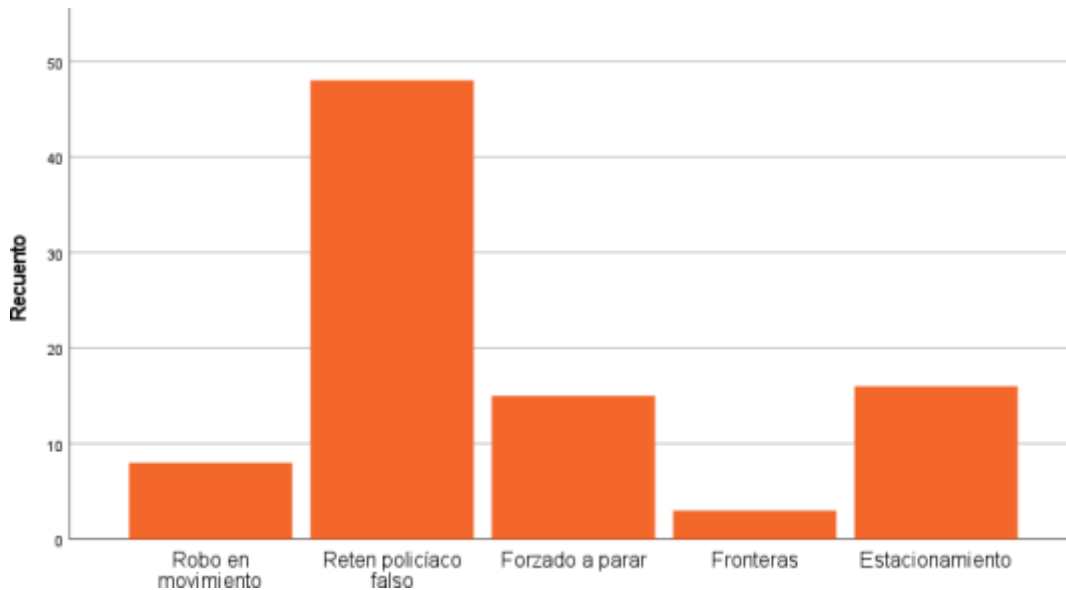
Figura 14. **Frecuencia de incidencias**



Fuente: elaboración propia.

Como se observó en la figura 14, se han presentado más eventos de robos que de accidentes, sin importar si se tuvo pérdida parcial o total de mercadería en los 131 viajes efectuados y con ello se completó el punto número cinco del *checklist*.

Figura 15. Tipos de robo



Fuente: elaboración propia.

Con la información que se obtuvo por parte de los pilotos, la mayoría indicaron que se tiene mayor probabilidad que suceda el tipo de robo en puestos o retenes de control de policía falso, por tanto, esta será la causa principal a resolver como se muestra en la figura 15. Se completó el punto número seis y siete del *checklist* que se propuso.

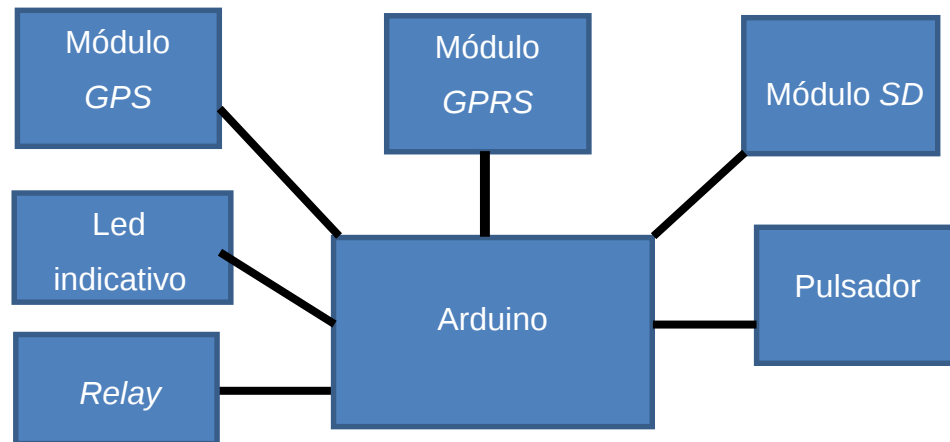
Con la evaluación de las condiciones del entorno, se acopló al objetivo propuesto, se optó por una solución de forma tecnológica, se determinó la necesidad de un sistema basado en tecnología que integre los siguientes parámetros.

- GPS.
- Botón de aviso de retén y de pánico.
- Documentación en la nube.

- Reporte del viaje realizado.
- Energía independiente.
- Monitoreo en tiempo real de la ubicación del mismo.
- Aviso personalizado mediante un mensaje de texto.

El diseño tecnológico para la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica para un mejor entendimiento se diagramó en la figura 16.

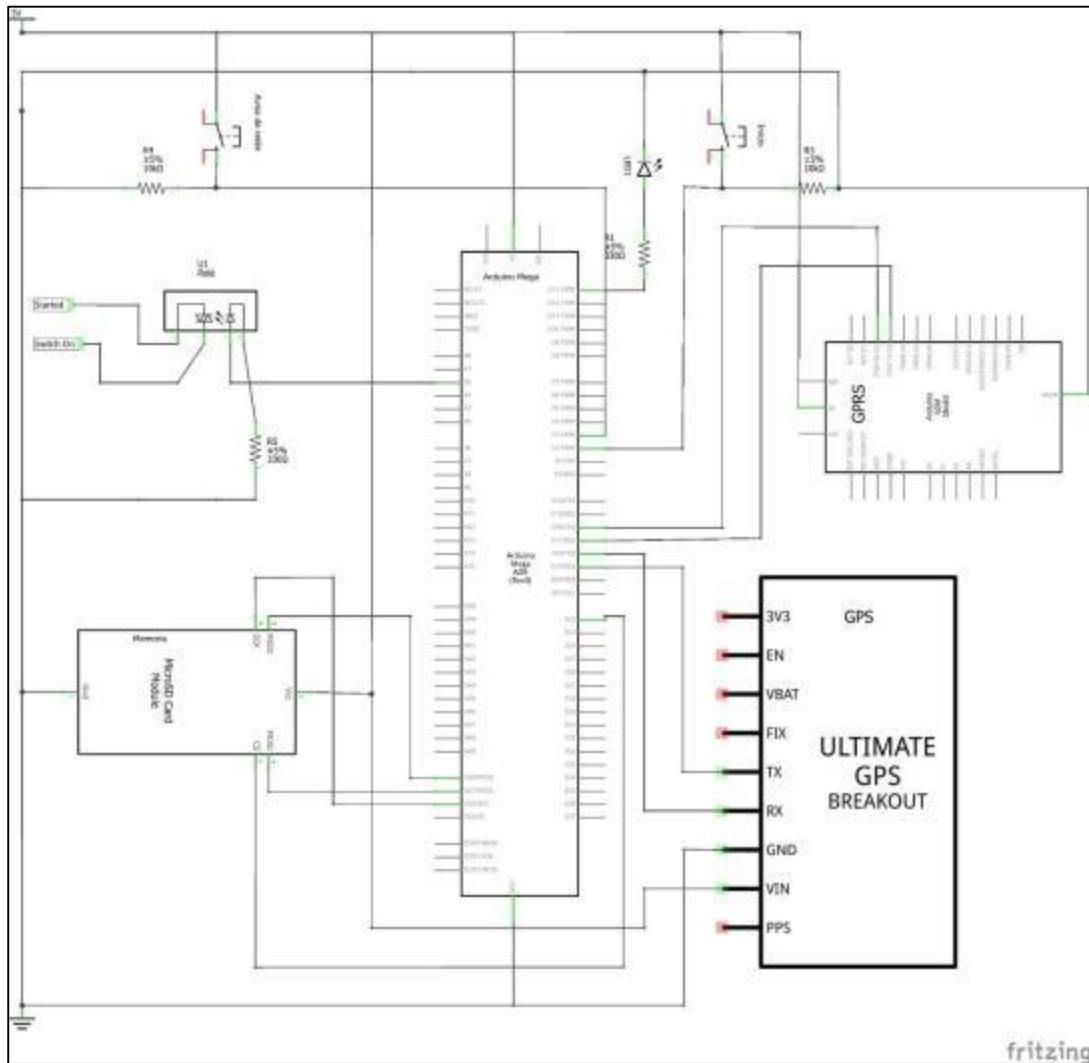
Figura 16. **Diagrama a bloques del diseño tecnológico (*hardware*)**



Fuente: elaboración propia.

Ya con el diagrama en bloque y los componentes definidos, se realizó las conexiones de los componentes como se observa en la figura 17.

Figura 17. Diagrama esquemático del dispositivo electrónicos

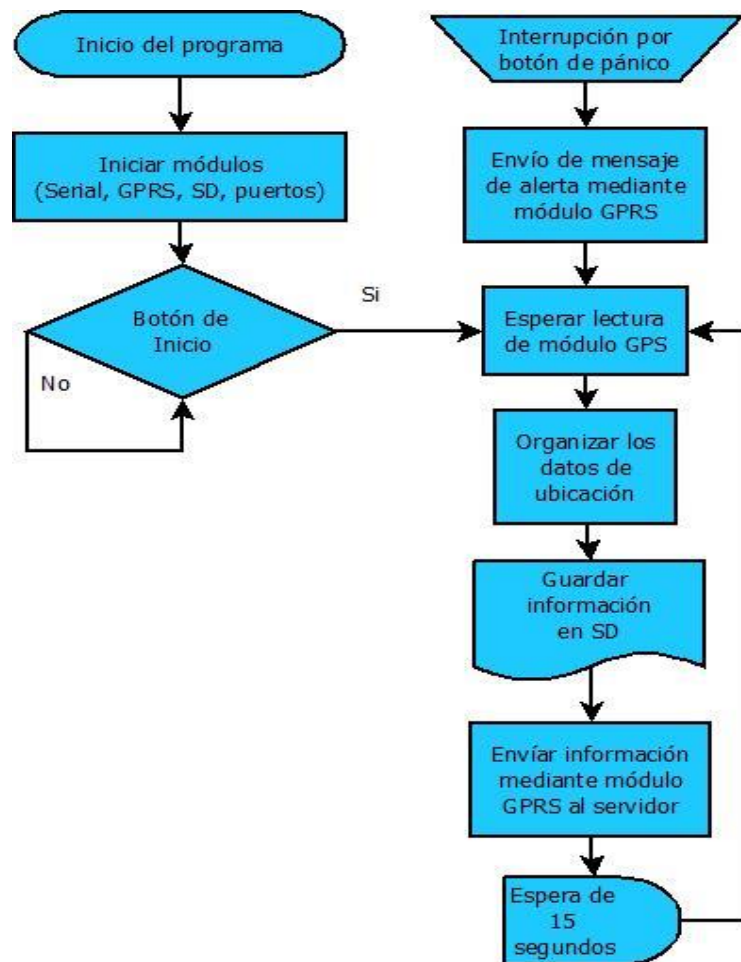


Fuente: elaboración propia, desarrollado con el programa fritzling.

Se procedió con la elaboración de la programación que va contenido dentro del microcontrolador Arduino Mega, se eligió este microcontrolador debido a su valor monetario y las características que posee dicho componente, por lo que se prefirió sobre otros microcontroladores o microprocesadores para la ejecución del proyecto.

Se recurrió a la elaboración de un flujograma para las tareas que debía ejecutar el microcontrolador a nivel de *software* como se muestran en la figura 18. Se establecieron quince segundos entre envío de lecturas debido a que esta limitante se obtuvo debido a que el servidor fue utilizado en su versión gratuita, pero este servidor tiene opción de pago que permite rangos de intervalo de recepción de datos menores y mayor cantidad de campos de variables utilizables.

Figura 18. **Flujograma del programa en Arduino**



Fuente: elaboración propia.

La programación se realizó en el software libre Arduino basado en el lenguaje de programación Arduino de código abierto.

Figura 19. **Arduino software (IDE)**



```
Proyecto_Final | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Proyecto_Final
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;
float flat, flon;
unsigned long age;
volatile byte state = LOW; //Variable para el estado del Led

#include <SPI.h>           //Libreria de la memoria SD
#include <SD.h>            //Libreria de la memoria SD
#include <TinyGPS.h>       //Libreria del GPS

TinyGPS gps;
File myFile;

void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT);      //Pin salida, Led indicador
  pinMode(23,OUTPUT);      //Pin salida, encendedor de GPRS
  pinMode(20,OUTPUT);      //Pin salida, conecta al modulo Rele para habilitar el Started

  digitalWrite(13,state); //Se coloca el led de operacion en estado apagado
  pinMode(2,INPUT);        //Pin entrada, boton de inicio
  pinMode(3,INPUT);        //pin entrada, boton de aviso de reten

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2),empezar, RISING); //Se configura como interrupcion el pin
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(3),smsreten, RISING); //Se configura como interrupcion el pin

  //Serial.begin(9600);     //Unicamente para visualizar datos
  Serial1.begin(9600);     //Modulo GPS
  Serial2.begin(9600);     //Modulo GPRS

  //Serial.println("Iniciando memoria SD ...");
  if (!SD.begin(22)) {     //Verificacion del estado de la mermoria SD
    //Serial.println("initialization failed!");
    while (1);
  }
  //Serial.println("inicio exitoso...");

  digitalWrite(13,HIGH); //Encendido del modulo GPRS
  delay(1000);
  digitalWrite(13,LOW);
  delay(500);
}

void loop() {
```

98 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3

Fuente: elaboración propia.

La programación ejecutada que se utilizó en el microcontrolador Arduino Mega se observa en apéndice 4, se detalló lo que realiza cada parte de la programación.

Se determinó el uso del servidor *ThingSpeak* debido a que este servidor permite almacenar datos en la nube y permitió el ploteo en tiempo real de la ubicación del dispositivo trazado en un mapa, adicional se eligió ya que posee un amplio y avanzado análisis de datos usando *MATLAB*.

Se procedió a la creación de los campos en el servidor *ThingSpeak* para su presentación en el servidor y recolección de información de la latitud y longitud, fue enviada desde el microcontrolador Arduino Mega mediante el módulo GPRS en determinados lapsos de tiempo como se muestra en el eje X de cada campo respectivamente.

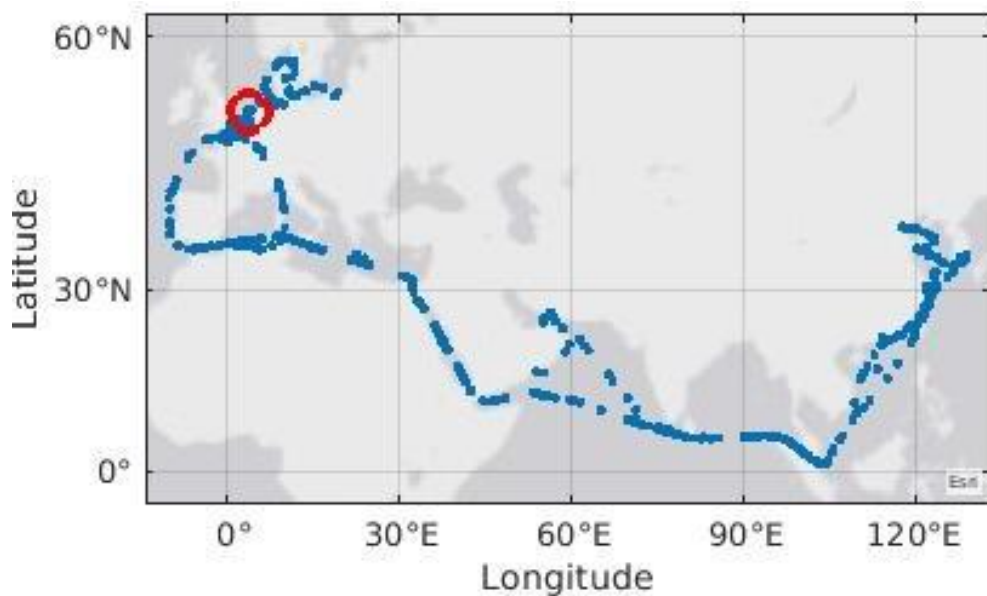
Figura 20. Campos creados en *ThingSpeak*



Fuente: elaboración propia, desarrollado con el programa ThingSpeak.

Se procedió con la programación en *MATLAB* dentro del servidor, el programa ejecutado se encuentra descrito en apéndice 5, se encuentra detallada cada línea de código, por medio de este programa se obtuvo la trayectoria del dispositivo por medio de los puntos de ubicación en lapsos de tiempo de 15 segundos como se muestra en la figura 21.

Figura 21. **Ploteo de posicionamiento del contenedor en el servidor**



Fuente: elaboración propia, desarrollado con el programa ThingSpeak.

El servidor permite la exportación o descarga de la información enviada en formatos JSON, XML y CSV. La presentación de datos está dada según el envío de información del microcontrolador Arduino Mega hacia el servidor vía web.

Tabla VII. **Presentación de datos en el servidor**

<i>Created_at</i>	<i>Entry_id</i>	<i>Field1</i>	<i>Field2</i>
2021-01-11 19:47:06 UTC	1646	14.524042	-90.596813
2021-01-11 19:47:21 UTC	1647	14.524050	-90.596813
2021-01-11 19:47:36 UTC	1648	14.524040	-90.596813
2021-01-11 19:47:51 UTC	1649	14.524038	-90.597813
2021-01-11 19:48:07 UTC	1650	14.522920	-90.598813
2021-01-11 19:48:22 UTC	1651	14.522122	-90.599703
2021-01-11 19:48:37 UTC	1652	14.522089	-90.599831
2021-01-11 19:48:52 UTC	1653	14.520011	-90.601343
2021-01-11 19:49:07 UTC	1654	14.520005	-90.596813
2021-01-11 19:49:23 UTC	1655	14.519998	-90.596813
2021-01-11 19:49:38 UTC	1656	14.519980	-90.596813
2021-01-11 19:49:51 UTC	1657	14.519968	-90.597813
2021-01-11 19:50:06 UTC	1658	14.519950	-90.598813
2021-01-11 19:50:22 UTC	1659	14.519945	-90.599703
2021-01-11 19:50:37 UTC	1660	14.519920	-90.599831
2021-01-11 19:50:53 UTC	1661	14.519966	-90.601343
2021-01-11 19:51:13 UTC	1662	14.519940	-90.599703
2021-01-11 19:51:28 UTC	1663	14.519600	-90.599831
2021-01-11 19:51:43 UTC	1664	14.519705	-90.601343
2021-01-11 19:51:59 UTC	1665	14.519604	-90.599703
2021-01-11 19:52:14 UTC	1666	14.519504	-90.599831
2021-01-11 19:52:29 UTC	1667	14.511777	-90.601343
2021-01-11 19:52:45 UTC	1668	14.511715	-90.606535

Fuente: elaboración propia.

Debido a que fue una prueba piloto se determinó que el nivel de seguridad debía ser de un material resistente con el fin de ganar tiempo en lo que el apoyo llegará al lugar, se determinó que esta caja de seguridad era la idónea para la realización de pruebas y se requería de mejoras por su apertura con una llave.

Se instaló debajo del sillón del copiloto encadenado y únicamente salían dos cables, los que se dirigen hacia el relé que no permite el arranque del camión, se determinó utilizar la caja de tipo metálico resistente que permite brindar tiempo.

Se desglosa el costo del material utilizado en la elaboración de un dispositivo de reducción en la inseguridad de los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica únicamente la cadena no se contabilizó en el proyecto ya que fue proporcionada por la empresa.

Tabla VIII. Costo del material empleado en la construcción de un dispositivo

Material	Cantidad	Precio unitario	Precio por lote
Arduino Mega 2560	1	Q180.00	Q180.00
Módulo GPS	1	Q165.00	Q165.00
Módulo GPRS	1	Q265.00	Q265.00
Módulo SD	1	Q20.00	Q20.00
Memoria SD 64GB	1	Q80.00	Q80.00
Chip telefónico	1	Q50.00	Q50.00
Batería de 12 volts	1	Q120.00	Q120.00
Cable dupont varios	20	Q1.00	Q20.00
Caja metálica	1	Q110.00	Q110.00
Led	1	Q1.00	Q1.00
Resistencia 220 Ohms	2	Q0.75	Q1.50
Pulsador	1	Q2.00	Q2.00
Conector macho 2.1mm	1	Q2.00	Q2.00
Metro cable UTP	10	Q2.00	Q20.00
Estaño	1	Q13.00	Q13.00
		Total	Q1,049.50

Fuente: elaboración propia.

En este punto se cumplió con el punto número ocho hasta el punto número once, ya realizado el proyecto se inicia con la prueba piloto, únicamente se instaló en un camión, debido a las limitaciones tanto económicas como evaluar la funcionalidad del dispositivo, los supervisores fueron los encargados de indicar la forma de utilización del botón de pánico a los pilotos que hicieron uso del camión.

El cuestionario realizado se encuentra en apéndice 6, este se les pasó a los pilotos, al enviar el formulario llegaban al correo del supervisor, quien fue el encargado organizarlo y presentarlos, adicional el supervisor además de dar veracidad a los datos recolectados, debía llenar la última sección sobre la información sobre las medidas de seguridad, esta implementación se llevó a cabo por otro grupo donde lo único que se aportó fueron las preguntas del cuestionario.

Se observó que tal como se indicó el módulo Sim900 requiere de estar dentro de la cobertura de red móvil celular para poder enviar la información hacia el servidor, pero la información no se perdió debido a que el dispositivo tiene la capacidad de almacenar en su memoria SD de capacidad de 64 gigas.

Se establecen una serie de nuevas ideas para eliminar otras posibles causas que pueden ser implementadas al diseño existente, como mejora del mismo.

- Determinar indicadores utilizando el análisis de la información del servidor.
- Realizar acciones automáticas por parte del servidor.
- Unidad de respaldo del dispositivo.
- Mejora del diseño de la estructura metálica.
- Añadir nuevos datos de las condiciones del contenedor.
- Mayor automatización y análisis de datos.
- Habilitar audio y video.
- Creación de un servidor propio.

Se finalizó de manera satisfactoria el *checklist* para el equipo de mejora continua, por lo que desde este punto se retorna nuevamente al punto número uno de dicha lista a actividades por modificaciones necesarias o ajustes.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a los resultados obtenidos se puede constatar que los objetivos fueron cumplidos a su totalidad. El diseño de un sistema tecnológico en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre permitió la reducción en la inseguridad adoptando la metodología PDCA, para un mejor entendimiento de la misma ver la matriz de consistencia en el apéndice 7.

Se realiza un análisis interno y externo para la validez de los resultados que se obtuvieron.

4.1. Análisis interno

Se observó que el análisis previo es fundamental para recabar toda la información necesaria para determinar el estado anterior a la ejecución de la presente investigación para establecer los daños colaterales que tiene la inseguridad que sufren los contenedores. La pérdida de mercadería que los contenedores tienen al realizar los desplazamientos en la región de Centroamérica se establece como el daño colateral principal, entre los datos obtenidos se observó que la empresa que brinda el servicio de transporte de mercadería en forma contenerizada presenta un porcentaje de pérdida del 1.766 %, en total de 131 viajes realizados en el segundo semestre del año, el equivalente monetariamente de 113,065.65 dólares americanos como se observa en la tabla III, por lo que se vio la necesidad de mejorar este indicador.

El costo y los gastos en esta operación aumentan, como indicaron los supervisores debido a que ellos ejecutan medidas reactivas pero estas no se

estandarizan y no se les da seguimiento o mejora, adicional se indica que al momento de tener un incidente se corre el riesgo de perder el camión, se observó que la inexistencia de una metodología para la mejora de procesos por lo que se decidió abordar el problema por medio de la metodología PDCA debido a que esta metodología permite la mejora de procesos de forma sencilla y de forma continua, por último se tiene la restricción de horarios y rutas debido a que se a que se tienen eventos muy recurrentes de incidencia tanto para accidentes como robos.

Se observa la necesidad de analizar las medidas que tiene la empresa para determinar la utilidad que tiene cada una en la reducción de inseguridad que sufren los contenedores, se observa que algunos camiones poseen control GPS, pero únicamente para ubicar y orientar a los pilotos, pero no se observa que la ubicación sea compartida mediante internet.

Se observó que el contenedor que transporta la mercadería se le puede colocar un GPS que brinda la ubicación en la nube, pero únicamente información de la ruta recolectada y no es posible verla en tiempo real, al finalizar el mes la información llega al cliente, se observa que esta información puede ser útil para establecer otros indicadores o especificar y delimitar zonas o rutas de forma computarizada, este dispositivo tiene un costo de Q 375.00 pagado por el cliente, entonces se observa una oportunidad negocio en la mejora de este proceso, se obtuvo que el promedio mensual de Q 8,187.50 genera esta herramienta tecnológica en un promedio de 21 viajes realizados.

De la misma forma la empresa como medida de seguridad tiene contratada una empresa que brinda el servicio de escolta, siendo un carro que va escoltando y protege únicamente la mercadería que se encuentra en el contenedor. Debido a que se tiene recurrencia de incidencias los supervisores

indican que se manejan rutas y horarios establecidos para el tránsito de sus unidades siendo estas delimitadas por el historial de la recurrencia de incidencias en ciertas ubicaciones.

El personal indica que en la región de Centroamérica se tiene prohibido transitar si la mercadería no posee seguro, ellos enfatizan que de suceder un incidente se pierde cierta cantidad de mercadería y esta se reintegra en un lapso aproximado de hasta 4 meses; por lo que es un problema en la estabilidad de la empresa de los clientes, debido a esta necesidad se determina la realización de una herramienta tecnológica propia para que sea personalizada y que ataque las causas raíz.

Como se observó el análisis de las medidas de seguridad que ejecuta la empresa permite determinar oportunidades de mejora y establecer indicadores más apropiados para el aumento en la seguridad de los contenedores.

Se determinó que el mejor diseño para la reducción de inseguridad específicamente para los puestos o retenes falsos que ocasiona más pérdida de mercadería se observa en la figura 17, con el programa que se encuentra en el apéndice 4, sin olvidar la programación en el servidor que se encuentra en el apéndice 5. El servidor que provee la información en tiempo real con una disponibilidad total de las 24 horas los 365 días, siempre y cuando se tome en cuenta los límites establecidos por la licencia, estas limitantes son la cantidad de mensajes recibidos con información, cantidad de campos y el tiempo de actualización de recepción de datos. Se demostró que la implementación de GPS añade valor a los procesos. Se observó que este servidor provee de herramientas para realizar análisis de la información que se le envía y si se definen parámetros el mismo actúa en base a tales umbrales establecidos en su programación.

Los beneficios de este diseño es que puede ser personalizable, el microcontrolador Arduino aún posee mayor capacidad de puertos utilizables y servicios para proveer según sea requerido, debido a que es un dispositivo de *hardware y software* abierto, se observa que se tiene mucha cantidad de información para la utilización del mismo sin olvidar la alta gama de módulos y librerías adaptables a este microcontrolador. La debilidad del diseño es que únicamente permite el envío de información hacia el servidor mientras el módulo GPRS se encuentra en la zona de cobertura de red celular no importando el tipo de tecnología 2G, UMT o LTE. La metodología PDCA permite darle ajustes y la serie de pasos a seguir, como se muestra en el apéndice 3, el *checklist* determinó los pasos para llevar a cabo el ciclo de mejora continua acoplado al proceso de transporte de la mercadería contenerizada por lo que es altamente adaptativo a las situaciones.

Con el diseño de seguridad se obtuvo que el porcentaje de pérdida de mercadería disminuyó a 1.112 %, con lo que tenemos que bajó un 37.032 % tomando como referencia el valor del índice previo a realizar la prueba piloto del dispositivo de seguridad, es decir la mejora positiva, se observó que el botón de pánico tuvo un promedio de 2.37 veces por viaje con una moda de 2 veces por viaje realizado.

4.2. Análisis externo

El diseño tecnológico puede ser utilizado si se desea reducir la inseguridad en los viajes realizados en la región de Centroamérica, pero este dispositivo está diseñado para resolver el problema que surgió en los puestos y retenes falsos, adicional este únicamente sirvió trabajando en conjunto con una empresa que brinda seguridad como escolta, ya que el dispositivo permite la visualización de la ubicación y es capaz de enviar a un número de celular un

mensaje indicando cuando el camión se encuentre en un retén o esté expuesto a una situación de riesgo.

Aun cuando se deba de enfatizar que el dispositivo puede conectarse a internet mediante la red de telefonía celular del SIM que se utilice, por tanto, únicamente puede conectarse en la región de cobertura proporcionada por la empresa de telefonía, es similar como lo aplica Detektor (2018), pero a diferencia que esta empresa que se dedica a brindar seguridad posee su propia red, es decir que no depende de un proveedor de servicio telefónico, ellos indican que garantizan el servicio debido a que no posee puntos ciegos a lo largo del trayecto. Indican que su dispositivo tiene el 95% de confiabilidad de recuperación de su vehículo debido a que trabajan en conjunto Fiscalía Contra el Crimen Organizado en Guatemala y la Interpol a nivel internacional.

Detektor (2018) indica que el sistema de posicionamiento global ya es sinónimo de conectividad mediante Apps móviles, en el cual el dispositivo creado puede interactuar por medio de un dispositivo inteligente mediante el servidor que se encuentra disponible las 24 horas al día, los 365 días al año, por cómo se indicó este dispositivo es programable lo cual para futuras mejoras este puede interactuar mediante la aplicación si se desea realizar acciones en el dispositivo remotamente.

La investigación contribuyó a demostrar que la utilización de tecnología trae consigo beneficios para la resolución de problemas, como lo indica Ortiz (2017) en la implementación de GPS en una empresa que presta servicios informáticos y de telecomunicaciones, el concluye que se tiene una mejora en el desempeño de sus operaciones agregándole valor al servicio que brinda la empresa. Haciendo la analogía con el dispositivo el presenta un informe de los tiempos de paradas y las rutas que toma el vehículo de técnicos, este

dispositivo permite observar y almacenar la información de los camiones y de la trayectoria de la mercadería, así como también muestra gráficamente la ubicación del mismo en el mapa.

Ortiz (2017) indica que las empresas que adoptan la implementación de dispositivos tecnológicos traen consigo beneficios no solamente monetarios, y se confirma debido a que el dispositivo aportó un 37.032 % de porcentaje de reducción en la pérdida de mercadería, adicional ella indica que permite personalizar métricas debido a toda la documentación recolectada y el servidor seleccionado para este proyecto tiene la capacidad de realizar análisis en tiempo real y en base a umbrales definidos ejecutar acciones que permitan mantener dentro del rango del objetivo definido.

CONCLUSIONES

1. Se propone una metodología basada en PDCA para la elaboración del diseño de un sistema de seguridad tecnológico que redujo la pérdida de mercadería en retenes y puestos falsos, siendo este incidente el considerado con mayor recurrencia, se estandarizó el flujo del proceso que debe de llevar a cabo el grupo de mejora continua con su respectiva evaluación de la prueba piloto del dispositivo.
2. Se identificó los daños colaterales producidos por la inseguridad que sufren los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica. La inseguridad impacta de forma negativa en una empresa que se dedica al transporte de mercadería contenerizada en el aumento del costo de operaciones, pérdida de mercadería y restricciones de rutas y horarios.
3. Se analizó las medidas de seguridad empleadas en las operaciones de transporte de mercadería vía terrestre. Se observó que la ubicación del camión y contenedor es indispensable para la recuperación de las unidades y mercadería. Se apreció la utilidad de tener horarios y rutas establecidas ya que esto permite reducir la posibilidad de que sufran algún tipo de incidente determinado mediante el historial de eventos de incidencia pasados. Se consideró de alta utilidad que sea de carácter obligatorio el uso de seguro de mercadería y sellos de seguridad ya que proveen garantías de recuperación de pérdida de mercadería parcial o total. Por último, se contempló que el sistema de resolución de problemas carece de una metodología establecida.

4. Se determinó que el diseño tecnológico presentado en la investigación trajo consigo los siguientes beneficios: la reducción del porcentaje de pérdida de mercadería en un 37.032 %. La utilización de tecnología permitió recolectar mayor cantidad de información que puede ser útil para otras etapas del proceso, resaltando que esta información puede obtenerse en tiempo real. La metodología empleada permite un correcto flujo en brindar ajustes, modificaciones e implementaciones en la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar los beneficios mediante la tecnología, el grupo de mejora continua tiene que tener una persona que esté familiarizado con las innovaciones tecnológicas. Se indica que se debe mantener el servicio con el servidor propuesto ya que este provee un amplio conjunto de herramientas para el análisis de información y ejecución de acciones mediante parámetros propuestos convirtiéndolo en un dispositivo totalmente autónomo. Establecer un tiempo de revisión de una vez al mes para obtener los resultados de las medidas de seguridad empleadas en el Área de Transporte.
2. Es necesario que las empresas que se dedican al transporte de mercadería en el Área de Transporte realicen un análisis situacional orientado a la identificación de los daños colaterales que traiga consigo la inseguridad en las operaciones del traslado vía terrestre de al menos cada dos meses, manteniendo la metodología PDCA existente con sus respectivas herramientas de calidad.
3. Sugerir que se realice el análisis de las medidas de seguridad en el Departamento de Transporte que se están utilizando para evaluarlas y determinar puntos ciegos que no se tengan contemplados, permitiendo abordar futuras mejoras o problemas en la gestión del transporte de mercadería al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.

4. Asegurar que los resultados obtenidos se deben mantener y darle continuidad a la metodología PDCA empleada realizándose cada mes en el Área de Transporte, siempre continuando con los pasos propuesto, cambiando únicamente las variables y objetivos a alcanzar para obtener mejoras significativas optimizando el proceso de transporte de mercadería, se sugiere que todo tipo de mejora contenga algún tipo de uso de tecnología debido a sus múltiples beneficios.
5. La propuesta presentada en este trabajo de investigación también puede ser utilizada en contenedores de mayores dimensiones.

REFERENCIAS

1. Adam, O. (2001). *Seguridad en Internet*. España: Pearson Education.
2. Alciatore, D. y Hstand, M. (2008). *Introducción a la Mecatrónica y los Sistemas de Medición*. México: McGraw-Hill.
3. Angelescu, S. (2010). *CCNA Certification, all in one, for DUMMIES*. Indiana, EEUU: Wiley Publishing, Inc.
4. Aponte, A. (2010). *Diseño de un canal de distribución comercial para productos fabricados a base de soya por comunidades beneficiarias de programa nutricionales*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7349/tesis386.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. Ballou, R. (1999). *Business Logistics Management. Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain*. New Jersey, EEUU: Prentice Hall.
6. Biera, M. (2017). *Construcción sostenible con contenedores*. (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, España.
7. Boltom, W. (2006). *Mecatrónica, Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*. México: Pearson.

8. Castellanos, A. (2009). *Manual de gestión logística del transporte y distribución de mercancías*. Barranquilla, Colombia: Uninorte.
9. Cespón, R. (2014). *Administración de la cadena de suministros, manual para estudiantes, académicos y empresarios vinculados al campo de la logística*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/265963575_Administracion_de_la_cadena_de_suministros.
10. Dedik, C., Rosa, C., Samayoa, O. y Godoy, V. (2016). *Inseguridad y violencia en Guatemala*. Lugar de publicación: Fundación Libertad y Desarrollo. Recuperado de: <https://www.fundacionlibertad.com/articulo/inseguridad-y-violencia-en-guatemala-1>.
11. Detektor. (Junio, 2018). ¿Robo a su flota de transporte? Transporte & Pesados Autoridad en rendimiento y trabajo duro, Ed. 14, pp. 16-17. [en línea].
12. Ebel, F., Idler, G. y Prede, D. (2008). *Fundamentos de la técnica de automatización, libro técnico FESTO*. Recuperado de: <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/tecnica-para-escuelas/meclab/media/libro-tecnico-basicos-de-la-tecnica-de-automatizacion.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC4xMTIwLjU0ODI&basket=add&vid=9878>.
13. Evans, J y William, M. (7a.) (2008). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning Editores, S.A.

14. García, D. (2008). *Sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System)*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Madrid, España.
15. García, F. (2010). La Tecnología, su conceptualización y algunas reflexiones con respecto a sus efectos. *Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y de la Investigación, A.C. Vol. 2 (1)*. 13-28. Recuperado de: <http://www.ammci.org.mx/revista/pdf/Numero2/2art.pdf>.
16. García, I. y Matute, A. (2007). *Informe estadístico de la violencia en Guatemala*. Lugar de publicación: World Health Organization. Recuperado de: http://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/national_activities/informe_estadistico_violencia_guatemala.pdf.
17. González, A. (2006). *Redes Privadas Virtuales*. (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
18. González, S., López, E. y Arturo, J. (1994). *Seguridad pública en México: Problemas, perspectivas y propuestas*. México: Fomento editorial UNAM.
19. Hermosa, A. (2012). *Electrónica aplicada CF INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES*. Barcelona, España: MARCOMBO, S. A.
20. Holder, F. (2014). *Índice de Seguridad Pública en América Latina, Consultoría forense y litigios*. Lugar de publicación: FTI Consulting. Recuperado de: <http://www.fticonsulting->

latam.com/~media/Files/latam-files/insights/reports/2014-indice-de-seguridad-publica-en-america-latina.pdf.

21. International Organization for Standardization, ISO. (2018). Normas ISO. Recuperado de: www.iso.org/.
22. Juarez, J. (Abril, 2018). Robo de vehículos tipo tráiler en la región de Centroamérica. Transporte & Pesados Autoridad en rendimiento y trabajo duro, Ed. 13, p. 22. [en línea]. Transporte & Pesados No. 13by Transporte&Pesados - issuu.
23. Lucena, M. (2001). *Criptografía y Seguridad en Computadores*. Lugar de la publicación: Seguridad de la información. Recuperado de: <http://seguridad.unicauca.edu.co/criptografia/cripto.pdf>.
24. Ortiz, G. (2017). *Diseño de investigación: Sistema GPS e Indicadores de Desempeño para el Control y Monitoreo de los Técnicos Ruterios de una Empresa de Servicios Informáticos y de telecomunicaciones, para Incrementar su Productividad y Competitividad*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
25. Programa Anti-Drogas Ilícitas en la Comunidad Andina, PRADICAN. (2018). Manual sobre control de contenedores. comunidadandina.org Recuperado de: <http://www.comunidadandina.org/DS/Manual%20Contenedores.pdf>.
26. Puch, C. (2008). *Manual completo de GPS*. Medellín, Colombia: Desnivel.

27. Rashid, M. (2015). *Electrónica de Potencia*. México: Pearson.
28. Renata, A. (2020). *Diseño de un sistema de control de calidad de mantenimiento en el área de cogeneración de los equipos eléctricos de calderas y turbogeneradores de un ingenio azucarero por medio de la plataforma de control SIGES*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
29. Sánchez, J. (2012). *La Tecnología*. Madrid, España: Díaz de Santos.
30. Sebastián, J., González, P. (2009). *Instalaciones eléctricas interiores*. Barcelona, España: MARCOMBO S.A.
31. Storch, J., García, T. (2008). *Seguridad Industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgo y diseño*. España: Días de Santos.
32. Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. Mexico: Parson.
33. Tarí, J. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Recuperado de <https://biblioteca.org.ar/libros/133000.pdf>.
34. Williams, A. (1989). *Microprocesadores, dispositivos periféricos, optoelectrónicos y de interfaz*. México: McGrawHill.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Recopilación de información mediante observación directa**

- ¿Se utiliza sistema de seguridad en los contenedores de veinte pies para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?
- ¿Cuál es el costo de la seguridad adoptada en los contenedores de veinte pies para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?
- ¿Se utiliza el monitoreo mediante sensores en los contenedores de veinte pies para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?
- ¿Se utiliza seguro de mercadería?
- ¿Se monitorea en tiempo real los contenedores de veinte pies para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Modelo de entrevista para la recolección de información de datos históricos**

- ¿Poseen documentación de datos históricos?
- ¿Cuál es el proceso o procedimiento por el cual se rigen los contenedores?
- ¿Podrían describir cómo es la seguridad que le proporcionan al contenedor y la mercadería en su interior al momento de su traslado en la región de Centroamérica?
- ¿Cuáles podrían ser las deficiencias de seguridad de la mercadería en los contenedores para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?
- ¿Qué soluciones propone para aumentar la seguridad de la mercadería en los contenedores?
- ¿Cuál cree que sea la causa de los robos de la mercadería en los contenedores para su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?
- ¿Cuál es el tipo de pérdida de mercadería más recurrente?
- ¿País más peligroso para el transporte vía terrestre en la región de Centroamérica?

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Checklist para reuniones con el equipo de mejora continua**

Checklist para reuniones con el equipo de mejora continua			
Equipo de mejora de procesos	No realizado	En proceso	Realizado
1. Determinar objetivos.			
2. Definir el proceso de transporte.			
3. Definir a los participantes del grupo.			
4. Identificar los problemas.			
5. Determinar posibles causas.			
6. Definir causas raíz.			
7. Determinar que causa se resolverá.			
8. Determinar posibles soluciones.			
9. Afinar posibles soluciones.			
10. Selección de solución.			
11. Realización de proyecto para solución.			
12. Prueba piloto.			
13. Establecer los indicadores.			
14. Análisis de los resultados de la prueba piloto.			
15. Identificación de nuevas mejoras.			
16. Selección de cambio o mejora.			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Programación en el microcontrolador Arduino

```
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed; float flat, flon;
unsigned long age;

volatile byte state = LOW; //Variable para el estado del Led

#include <SPI.h> //Librería de la memoria SD #include <SD.h> //Librería de la
memoria SD #include <TinyGPS.h> //Librería del GPS

TinyGPS gps;
File myFile;

void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT); //Pin salida, Led indicador pinMode(23,OUTPUT);
  //Pin salida, encendedor de GPRS pinMode(20,OUTPUT); //Pin salida,
conecta al módulo Relé para
  habilitar el Started

  digitalWrite(13,state); //Se coloca el led de operación en estado apagado
  pinMode(2,INPUT); //Pin entrada, botón de inicio
  pinMode(3,INPUT); //pin entrada, botón de aviso de reten

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2),empezar, RISING); //Se configura
como interrupción el pin 2
continuación del apéndice 4.

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(3),smsreten, RISING); //Se configura
como interrupción el pin 3

  //Serial.begin(9600); //Únicamente para visualizar datos Serial1.begin(9600);
//Modulo GPS
  Serial2.begin(9600); //Modulo GPRS

  //Serial.println("Iniciando memoria SD ...");
  if (!SD.begin(22)) { //Verificacion del estado de la memoria SD
  //Serial.println("initialization failed!"); while (1);
  }
  //Serial.println("inicio exitoso...");
```

Continuación apéndice 4.

```
digitalWrite(13,HIGH); //Encendido del módulo GPRS delay(1000);
digitalWrite(13,LOW); delay(500);
}

void loop() {
    while(state == HIGH) //Mientras el botón de encendido fue pulsado va a realizar el
programa
    {
        while (Serial1.available()) // cuando se encuentre disponible el puerto del gps ingresa
para capturar el dato
        {
            char c = Serial1.read();

            //Serial.write(c); // lectura del GPS f if (gps.encode(c)) // ya se tiene dado Ubica();
        }
    }

    void empezar(){ //permite iniciar todo el programa una vez se presione el botón de
inicio
        state = !state; digitalWrite(13,state); digitalWrite(20,state);
    }

    void Ubica(){ //Rutina para obtener la ubicación GPS y envió al servidor
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
        //Serial.print("LAT=");
        //Serial.print(flat, 6);
        //Serial.print(" LON=");
        //Serial.print(flou, 6);
        //Serial.print(" SAT=");
        //Serial.print(gps.satellites() == TinyGPS::GPS_INVALID_SATELLITES ?
0 : gps.satellites());
        //Serial.print(" PREC=");
        //Serial.print(gps.hdop() == TinyGPS::GPS_INVALID_HDOP ? 0
: gps.hdop());
```

Continuación apéndice 4.

```
gps.stats(&chars, &sentences, &failed);

//Serial.print(" CHARS=");
//Serial.print(chars);
//Serial.print(" SENTENCES=");
//Serial.print(sentences);
//Serial.print(" CSUM ERR=");
//Serial.println(failed); if (chars == 0)

//Serial.println("*** No characters received from GPS: check wiring

myFile = SD.open("Ubica.txt", FILE_WRITE); myFile.print(flat, 6);
myFile.print(" "); myFile.print(flon, 6); myFile.print(" ");
myFile.print(gps.satellites()      ==
TinyGPS::GPS_INVALID_SATELLITES ? 0 : gps.satellites()); myFile.print(" ");
myFile.print(gps.hdop() == TinyGPS::GPS_INVALID_HDOP ? 0 : gps.hdop());
myFile.println(" "); myFile.close();

Conectar(); //Conectado GPRS para el envío del campo 1

String  camp1 =      "GET
http://api.thingspeak.com/update?api_key=5EWVSFJ876XHWDQ2&field1
=0" + String (flat,6); //Organizando los datos antes del envío del campo 1

Serial2.println(camp1); //se envían los datos del valor de latitud al buffer del SIM900
delay(2000);

Serial2.println((char)26); //Se indica que inicie el envío del dato cargado delay(1000);
Serial2.println(); //Se limpia lo que contenga el buffer

Serial2.println("AT+CIPSHUT"); //Finalizando la sesión del campo 1 delay(500);

Conectar(); //Conectado GPRS para el envío del campo 2

String  camp2 =      "GET
http://api.thingspeak.com/update?api_key=5EWVSFJ876XHWDQ2&field2=0"      +      String
(flon,6); //Organizando datos antes del envío del campo 2
```

Continuación apéndice 4.

```
Serial2.println(camp2); //se envían los datos del valor de latitud al buffer del SIM900
delay(2000);

Serial2.println((char)26); //Se indica que inicie el envío del dato cargado delay(1000);
Serial2.println(); //Se limpia lo que contenga el buffer Serial2.println("AT+CIPSHUT");
//Finalizando la sesión del campo 2 delay(500);

};

void Conectar() //Rutina para conectar GPRS al servidor ThingSpeak

{
    Serial2.println("AT");    delay(200);    Serial2.println("AT+CPIN?");    delay(200);
    Serial2.println("AT+CREG?");    delay(200);    Serial2.println("AT+CGATT?");    delay(200);
    Serial2.println("AT+CIPSHUT"); delay(200);
    Serial2.println("AT+CIPSTATUS"); delay(1000); Serial2.println("AT+CIPMUX=0");
    delay(1000);
    Serial2.println("AT+CSTT=\"broadband.tigo.gt\""); //Iniciar

    mediante el APN
    delay(200);
    Serial2.println("AT+CIICR");    //Activar la conexion delay(2000);

    Serial2.println("AT+CIFSR");    //Obtener IP delay(2000);
    Serial2.println("AT+CIPSPRT=0"); delay(1000);

    Serial2.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"api.thingspeak.com\", \"80\"");
    //Establece la conexion con el servidor delay(2000);

    datos
    Serial2.println("AT+CIPSEND"); //activa el protocolo para el envío de

    delay(2000);
}

void smsreten()
{
```

Continuación apéndice 4.

```
Serial2.print("AT+CMGF=1\r"); // se activa el SIM900 en modo texto delay(200);

Serial2.println("AT + CMGS = \"xxxxxxx\""); //se especifica el numero a enviar el sms
delay(200);

Serial2.println("Reten"); // Dato a enviar delay(200);
Serial2.println((char)26); //Se indica que inicie el envío del dato cargado delay(200);
Serial2.println();

}
```

Fuente: elaboración propia, Desarrollado con el programa Arduino *Software* (IDE).

Apéndice 5. Programación en el servidor para la presentación de datos y ubicación en mapa

- Se inicia el programa declarando las variables o en este caso llamadas campos, en los campos denominados lat y lon serán las coordenadas a recibir por parte del Arduino Mega.

```
ReadChannelID = 413842;
latitudFieldID =1;
longitudFieldID =1;
readAPIKey = '5EWVSFJ876XHWQ2';
writeChannelID = 413842; WriteAPIKey= '6WXQ27PC37SCL';
lat = thingSpeakRead(latitud,'Fields',WindDirFieldID,'NumPoints',60,... 'ReadKey',
"Clave de la API establecida en el usuario");

lon = thingSpeakRead(longitud,'Fields',WindSpeedFieldID,...
'NumPoints',60,'ReadKey',"Clave de la API establecida en el usuario");
```

Fuente: elaboración propia, desarrollado con el programa IDE de ThingSpeak.

- Aquí se indica que se desea plotear la coordenada recibida en los campos recibidos por parte del Arduino Mega, Matlab genera de forma automática el mapa y lo ubica con las coordenadas proporcionadas, la variable A le indica a MATLAB que en esas coordenadas se coloque un punto.

geoscatter(lat,lon,A)

Apéndice 6. **Preguntas del cuestionario de recolección de datos posterior a viaje realizado con la herramienta google forms**

Preguntas hacia el piloto
ID del piloto
Código de ruta
¿Ocurrió algún incidente?
Fecha del incidente
¿País donde ocurrió?
¿Horario del incidente?
¿Robo o Accidente?
¿Se tuvo cambio de ruta?
¿El incidente ocurrió en el cambio de ruta?
¿Dónde ocurrió el cambio de ruta?
¿Camión robado?
Descripción del incidente.
Preguntas hacia el supervisor (se llena en el Excel descargado de Google forms)
¿Se recuperó el camión?
¿Se recuperó el dispositivo?
¿Tenía escolta?
¿Sello de seguridad?
¿Cantidad monetaria total de la mercadería?
¿Cantidad monetaria de pérdida de mercadería?

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Matriz de consistencia de sustentación de la investigación

TÍTULO: Diseño de un sistema de seguridad tecnológico en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región deCentroamérica con la metodología PDCA					
	PROBLEMA	OBJETIVO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
GENERAL	¿Cómo un sistema de seguridad tecnológico en contenedores de veinte pies con la metodología PDCA mejorará su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica?	Diseñar un sistema de seguridad tecnológico enlos contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica con la metodología PDCA.	Dispositivo tecnológico creado a partir de una metodología de mejora continua para la reducción de la inseguridad.	Se propone el diseño de un sistema de seguridad tecnológicaa partir de la metodología PDCA fue adecuado debido a que se presentó el diseño del mismo y se evaluó el desempeño en una prueba piloto.	Para garantizar los beneficios mediante tecnología, en el grupo demejora continua debe de haber un integrante con amplio conocimiento con innovaciones tecnológicas, con un tiempo de revisión del dispositivodespués de cada viaje con el propósito de asegurar el funcionamiento del mismo.
	¿Cómo afecta la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica hasta la fecha que se recauda información para esta investigación en curso?	Identificar los aspectos colaterales producidos por la inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.	Pérdida de mercadería, aumento en el costo de transporte. Acciones reactivas que no se les brinda seguimiento son ineficientes para el proceso. Horarios y rutas restringidas	Se identificó que los daños colaterales afectan el aspecto económico, limitan la movilidad de la mercadería y la ausencia de tecnología delimita la recolección de información en la trayectoria.	Es necesario que las empresas que se dedican al transporte de mercadería en el área de transporte realicen un análisis situacional orientado a la identificación de los daños colaterales que traiga consigo la inseguridad en las operaciones del traslado vía terrestre de al menos cada dos meses, manteniendo la metodología PDCA existente con sus respectivas herramientas de calidad.
ESPECÍFICOS	¿Qué medidas se ejecutanpara la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica en el año que transcurre esta investigación?	Analizar las medidas que se ejecutan para la reducción de inseguridaden los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica.	Algunos camiones poseencontrol GPS. Se trabaja con una empresa externa que brinda el servicio de escolta y GPS en la mercadería. Rutas y horarios definidos. Sellos de seguridad. Seguros de mercadería. No se tiene un diseño propio.	Se analizó las medidas de seguridad empleadas con el propósito de determinar las fortalezas y debilidades del sistema empleado en las operaciones de transporte de mercadería.	Se sugiere realizar un análisis de las medidas de seguridad para la reducción de inseguridad para identificar el comportamiento de lasmedidas que se ejecutan con el propósito de encontrar puntos de mejora o corrección de errores que se estén cometiendo.

Continuación apéndice 7.

PROBLEMA	OBJETIVO	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
¿Cómo la seguridad de los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica podrá verse beneficiada mediante el diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA?	Determinar los beneficios en la reducción de inseguridad en los contenedores de veinte pies al momento de su traslado vía terrestre en la región de Centroamérica por medio del diseño de un sistema de seguridad con la metodología PDCA.	Reducción en la pérdida de mercadería de contenedores en 37.032 %. Información del contenedor en tiempo real. La metodología PDCA permite un flujo fácil y estandarizado de la mejora continua del proceso	Se determinó el diseño que brinde una mejora significativa en el porcentaje de pérdida de mercadería del 37.032%. Se obtuvo mayor cantidad de información del estado del contenedor en tiempo real y una metodología que permite la mejora continua del proceso de traslado de mercadería contenerizada.	Para asegurar los beneficios obtenidos en este trabajo de investigación se debe mantener la metodología PDCA revisándola cada mes y se sugiere que todo tipo de mejora contemple el uso de tecnología.

Fuente: elaboración propia.