



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA  
IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA  
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**

**Ericka Sofia Yoc Avila**

Asesorado por Dr. Ahmed Ricardo Arturo Abdalla Álvarez

Guatemala, agosto 2023.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO LOGÍSTICO EN LA  
IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA  
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERICKA SOFIA YOC AVILA**

ASESORADO POR DR. AHMED RICARDO ARTURO ABDALLA ÁLVAREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**LICENCIADA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO 2023.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juarez
EXAMINADOR	Inga. Lidia Valentina Jácome Cucú
EXAMINADOR	Inga. María Martha Wolford Estrada
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 PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO LOGÍSTICO EN LA  
IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA  
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado con fecha 13 de abril del año 2,023.

**Ericka Sofia Yoc Avila**



**EEPMI-PP-0400-2023**

Guatemala, 22 de abril de 2023

**Director**  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
**Escuela Ingeniería Mecánica Industrial**  
**Presente.**

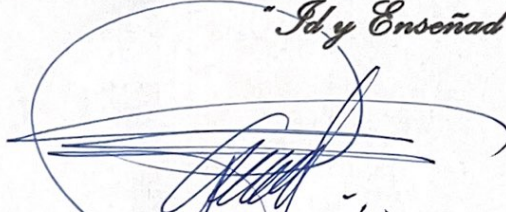
**Estimado Ing. Urquizú**


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

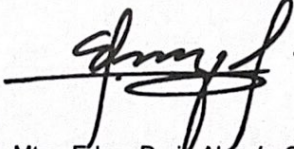
El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO LOGÍSTICO EN LA IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por la estudiante **Ericka Sofia Yoc Avila** carné número **201801343**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

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

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*  
  
Dr. Ahmed Ricardo Arturo Abdalla Alvarez  
Asesor(a)

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

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





EEP-EIMI-0399-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO LOGÍSTICO EN LA IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Ericka Sofia Yoc Avila**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Mtro. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.65.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO LOGÍSTICO EN LA IMPORTACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN CISTERNA DESDE EL SALVADOR PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN GUATEMALA**, presentado por: **Ericka Sofia Yoc Avila** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera  
Motivo: Orden de impresión  
Fecha: 14/09/2023 06:20:51  
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Decano a.i.



Guatemala, agosto de 2023

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

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 65 CUI: 3033003610108

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

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la sabiduría para continuar creciendo como profesional y principalmente como persona.
- Mis padres** Federico Yoc y Greter Avila, por el apoyo incondicional y enseñanzas las cuales me han llevado a alcanzar mis sueños.
- Mis hermanas** Alex Eduardo, Diego Andre y Rebecca Yoc, por ser parte fundamental en mi vida y siempre darme la motivación para continuar.
- Mi hermano**
- A mi novio** Rodrigo Roca, por estar a mi lado desde el primer día brindándome su amor y apoyo en cada paso.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi <i>alma mater</i> , por permitirme ser miembro de esta prestigiosa universidad.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por abrirme las puertas de sus aulas formándome como profesional de excelencia.
<b>Mis amigos</b>	Por hacer de este camino una experiencia increíble.
<b>Ingenieros</b>	Por todos los conocimientos compartidos los cuales me permitirán continuar formándome como profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
3.1. Planteamiento del problema.....	7
3.2. Contexto y descripción.....	8
3.3. Preguntas de investigación.....	9
3.3.1. Central.....	9
3.3.2. Auxiliares.....	9
3.4. Delimitación del problema.....	10
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Reglamento de Código Aduanero Uniforme Centroamericano (RECAUCA).....	17
7.2. Acuerdo de Facilitación del Comercio y Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad.....	18

7.3.	Declaración Anticipada de Mercancías entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador .....	19
7.4.	Logística de importación de productos químicos .....	22
7.4.1.	Requisitos para la importación de productos químicos precursores en Guatemala desde El Salvador....	22
7.4.1.1.	Requisitos para la importación de precursores en Guatemala.....	23
7.4.1.1.1.	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social .....	24
7.4.1.2.	Requisitos para la importación de precursores desde El Salvador .....	25
7.4.1.2.1.	Viceministerio de Transporte.	26
7.4.1.2.2.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	28
7.5.	Gestión logística.....	29
7.5.1.	Gestión de compras .....	30
7.5.2.	Gestión de existencias .....	31
7.5.3.	Gestión de transporte .....	34
8.	PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	35
9.	METODOLOGÍA .....	37
9.1.	Diseño .....	37
9.2.	Tipo de estudio.....	38
9.3.	Alcance de la investigación .....	38
9.4.	Variables de estudio e indicadores .....	39
9.5.	Fases .....	41
9.5.1.	Fase 1. Revisión documental .....	41
9.5.2.	Fase 2. Recolección de datos .....	41
9.5.3.	Fase 3. Diseño de la propuesta.....	42
9.6.	Resultados esperados.....	42

9.7.	Población y muestreo.....	43
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	45
11.	CRONOGRAMA .....	47
12.	FACTIBILIDAD DE ESTUDIO.....	49
13.	REFERENCIAS .....	51
14.	APÉNDICES .....	55



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Proceso de importación de mercancías .....	20
<b>Figura 2.</b>	El equilibrio de la función de aprovisionamiento. ....	31
<b>Figura 3.</b>	Gestión de las existencias .....	33

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Listado II .....	24
<b>Tabla 2.</b>	Matriz de variables de estudio.....	39
<b>Tabla 3.</b>	Formato de tabulación .....	43
<b>Tabla 4.</b>	Cronograma .....	47
<b>Tabla 5.</b>	Presupuesto .....	50

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>\$</b>	Dólar.
<b>in</b>	Índice estacional para el enésimo mes.
<b>Pn</b>	Pronóstico de evaluación para el enésimo mes.
<b>Xhor</b>	Promedio de ventas horizontal.
<b>Xver</b>	Promedio de ventas vertical.
<b>Q.</b>	Quetzal, unidad monetaria.
<b>Vn</b>	Ventas reales para el enésimo mes del último período completo.





## **GLOSARIO**

<b>AFC</b>	Acuerdo de Facilitación del Comercio.
<b>Aprovisionamiento</b>	Abastecimiento.
<b>Cisterna</b>	En aposición tras un nombre común que designa vehículo o nave, significa que estos están contruidos para transportar líquidos.
<b>DAM</b>	Declaración Anticipada de Mercancías.
<b>DUCA</b>	Declaración Única Centroamericana.
<b>ECFCC</b>	Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad.
<b>MCM</b>	Mercado Común Centroamericano.
<b>MINECO</b>	Ministerio de Economía de Guatemala.
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
<b>OMC</b>	Organización Mundial del Comercio.
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto.

<b>Precursores</b>	Sustancia necesaria para producir otra mediante los compuestos químicos que constituyen una primera etapa en un proceso químico.
<b>RECAUCA</b>	Reglamento de Código Aduanero Uniforme Centroamericano.
<b>Refinación</b>	Hacer más fino o puro algo, separando las materias heterogéneas o groseras.
<b>SAT</b>	Superintendencia de Administración Tributaria.
<b>SICA</b>	Sistema de la Integración Centroamericana.
<b>SIECA</b>	Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
<b>Superfosfato</b>	Fosfato ácido de cal que se emplea como abono.
<b>Zafra</b>	Cosecha de la caña dulce.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se enfoca en analizar y mejorar la cadena de suministro y el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna en una empresa guatemalteca con 40 años de experiencia en el mercado. Siendo uno de los principales productos en ventas de la compañía, la importación de ácido sulfúrico en cisterna ha sido liderada por la Gerencia de Logística, gestionando la cadena de suministro y cumpliendo con las normativas cambiantes de importación y aduanas entre Guatemala y El Salvador, su único proveedor.

A lo largo del tiempo, cambios en regulaciones aduaneras y normativas en ambos países han impactado la eficiencia y los costos de la importación, especialmente con la implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías DUCA-F en la frontera La Hachadura – Pedro de Alvarado. Aunque esta medida busca agilizar los procesos fronterizos, la empresa ha enfrentado dificultades en la adaptación de sus procedimientos internos y en la identificación de riesgos asociados.

El trabajo de investigación busca abordar estos desafíos mediante la implementación de herramientas de mejora que permitan optimizar la importación y distribución del ácido sulfúrico en cisterna. La investigación se centra en analizar los factores clave de la cadena de suministro y las causas detrás de los retrasos, proponiendo un plan de mejora basado en el análisis de datos históricos de la demanda para pronosticar las cantidades a adquirir mensualmente. Además, se revisa y rediseña el manual de importación considerando los cambios normativos y se establecen indicadores para medir la eficiencia en cada etapa de la cadena de suministro.

La metodología de investigación se divide en tres fases: análisis de datos históricos para pronósticos de demanda, investigación documental y entrevistas para rediseñar el manual de importación en cisterna, y definición de indicadores de proceso. El objetivo es lograr un proceso de importación más eficiente y controlado, garantizando el cumplimiento normativo y reduciendo riesgos operativos, costos y tiempos de entrega.

El trabajo de investigación contribuye al campo de la logística y cadena de suministro al proporcionar un enfoque sistemático y herramientas prácticas para mejorar la importación de productos químicos controlados en la región. El resultado esperado es un proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna más eficiente, capaz de adaptarse a los cambios regulatorios y garantizar un suministro continuo y óptimo para la empresa.

# 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación brinda una perspectiva general sobre el proceso de importación de ácido sulfurico en pipa desde El Salvador y de qué manera se pueden implementar herramientas para mejorarlo con el fin de establecer un proceso más eficiente que represente menores costos para la empresa.

El problema principal son las múltiples deficiencias que existe en el proceso de importación desde que se realiza la compra del producto hasta que se entrega al cliente. La acumulación de estas deficiencias durante el proceso provoca atrasos y gastos excesivos, además que existen factores externos a la empresa que no se pueden evitar, pero se pueden prever con el fin de mantener un proceso eficiente.

El interés por este tema en particular es poder mejorar un proceso de importación para un producto específico, que además de reducir riesgos y costos le sirva a la empresa al momento de optar a una certificación.

Por lo tanto, la finalidad de este documento es presentar de una forma breve como se planea implementar dichas mejoras en el proceso de importación basado en el proceso ya establecido y en la nueva información que se recolecte durante la investigación.



## 2. ANTECEDENTES

En Guatemala entre los diez principales productos de importación se encuentra los productos diversos de la industria química en el sexto lugar, en el 2019 el valor de las importaciones de productos químicos diversos ascendió a 786.8 millones de dólares estadounidenses, siendo Estados Unidos de América el principal importador. (Dirección de Análisis Económico, 2020)

En Guatemala entre las principales importaciones se encuentran los productos químicos (\$538M), importando principalmente de Estados Unidos, China, México y El Salvador. En 2021 las importaciones en Guatemala crecieron un 41.14 % respecto al año anterior. Las compras en el exterior representan el 30.97 % de su PIB, por lo que se encuentra en el puesto 88, de 192 países del ranking de importaciones respecto al PIB, ordenado de menor a mayor porcentaje. (Guatemala - Importaciones de Mercancías 2021, 2022)

Entre estos productos químicos se encuentra el ácido sulfúrico, este es uno de los químicos más importantes a nivel mundial y en la industria, ya que forma parte de muchos procesos de manufactura como, en el de azúcar (zafra), fertilizantes superfosfatos, detergentes, refinación de petróleo, tratamiento de agua industria, blanqueo de minerales, en la industria textil y farmacéutica. (Morales Coronado, 2015)

El ácido sulfúrico que utilizan estas industrias para sus procesos de manufactura en su mayoría es producto de importación, principalmente de México. A diferencia de otras empresas distribuidoras de productos químicos en Guatemala, la empresa en estudio adquiere la totalidad de su producto de El



Salvador ya que es representante en Guatemala de su proveedor en el extranjero.

Guatemala y El Salvador mantienen una estrecha y productiva relación comercial, pues son principales socios comerciales dentro del Mercado Común Centroamericano, MCM, por esta razón en 2009 los presidentes de ambos países suscribieron el Protocolo de Modificación al Convenio Marco para el Establecimiento de una Unión Aduanera entre los territorios de estos países. Por lo que la Aduana de La Hachadura/Pedro de Alvarado se convirtió en una Aduana Integrada. (SG-SICA, 2009)

En el año 2022 ambos gobiernos continuaron modernizando los procesos aduaneros presentando la Declaración Anticipada de Mercancías para las exportaciones e importaciones con DUCA-F en la frontera antes mencionada, lo que busca disminuir los tiempos de atención en frontera (Superintendencia de Administración Tributaria, 2022). Esto ha tenido un efecto positivo para los procesos de importación al país ya que disminuye los tiempos de despacho en frontera y agiliza el intercambio de información entre ambas aduanas, pero para algunas empresas ha representado un cambio en sus procesos internos y la identificación de nuevos riesgos en la operación.

El ácido sulfúrico es un producto químico controlado en ambos países con el fin de evitar su utilización en actividades ilícitas, como el narcotráfico. Por lo que se requiere cumplir distintos requerimientos en ambos países para el tránsito y legalización del producto, tanto en los ámbitos ambientales como de salud.

Teniendo en cuenta los argumentos expuestos, las referencias y estudios realizados, se determinó que es de suma importancia analizar el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna tomando en cuenta todas las etapas

de la cadena de suministro para detectar punto de mejora e incrementar la eficacia en el proceso.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Planteamiento del problema**

La empresa en estudio se dedica a la importación de ácido sulfúrico en cisterna desde hace 40 años siendo una de las pocas empresas en Guatemala que cuentan con cisternas propias por lo que este producto se mantiene como líder en sus ventas, la Gerencia de Logística se ha encargado de gestionar la cadena de suministro de este producto; ellos cuentan con un único proveedor para dicho producto el cual se encuentra en El Salvador.

A lo largo de los años los procesos aduaneros y normativas de ambos países han ido cambiando, por lo que se han visto en la obligación de adaptar sus procesos internos y mejorarlos para cumplir con lo establecido por las entidades correspondientes.

Sin embargo, se ha observado un incremento en los costos y atrasos en el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna debido a implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías para las exportaciones e importaciones con DUCA-F en la frontera La Hachadura – Pedro de Alvarado, si bien este cambio en el proceso busca disminuir los tiempos en frontera, para la empresa ha resultado difícil identificar los riesgos en la operación y adaptar sus procedimientos internos a esta nueva modalidad; por otro lado, ambos países tienen distintos requisitos que se deben cumplir para poder realizar la importación por lo que cualquier retraso en el trámite de permisos o licencias puede representar grandes pérdidas o multas para la empresa importadora.

Otro problema que pudo identificarse es que la empresa no basa la compra y aprovisionamiento de este producto en ninguna proyección de ventas por lo que en más de una ocasión el producto genera costos adicionales y retrasos en las entregas a los clientes.

El objetivo de esta investigación es mejorar el proceso de importación y distribución de ácido sulfúrico en cisterna aplicando distintas herramientas que permitan mantener un mejor control de los procesos, cumplimiento con todas las normativas de exportación e importación, y a su vez reduciendo los riesgos que puedan existir dentro de la operación manteniendo los costos bajos y tiempos de entrega óptimos.

### **3.2. Contexto y descripción**

En la industria de productos químicos existen muchos factores que se deben tomar en cuenta para realizar la importación de estos, en el caso del ácido sulfúrico al ser una sustancia química controlada ambos países regulan tanto la exportación como la importación buscando de esta manera evitar el desvío de estas sustancias hacia actividades ilícitas.

Por esta razón existen distintos requisitos que debe cumplir la empresa importadora ante la Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines para ingresar el producto al país, en el caso de la importación en cisterna también hay requisitos que deben cumplir en El Salvador tanto el cabezal y el semirremolque para poder realizar el tránsito de productos peligrosos.

Lo antes descrito puede representar un riesgo en la operación si no se tramitan los permisos a tiempo para realizar la importación, así como puede caer en multas o sanciones de las entidades correspondientes

Según la Superintendencia de Administración Tributaria (2022), la implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías entre ambos países en la frontera La Hachadura – Pedro de Alvarado busca disminuir tiempos de atención y costos de operación para generar mayor competitividad y facilitación del comercio, ya que esta frontera se caracteriza por el mayor número de exportaciones hacia Guatemala, hasta agosto de 2022 aproximadamente el 45 % de las exportaciones se han realizado en La Hachadura.

### **3.3. Preguntas de investigación**

Con el fin de establecer los objetivos del trabajo de investigación se plantearán a continuación una serie de preguntas.

#### **3.3.1. Central**

¿De qué manera se puede lograr la optimización del proceso de importación y distribución de ácido sulfúrico en cisterna desde El Salvador tomando en cuenta cada una de las etapas de la cadena de suministro y las normativas vigentes para el proceso aduanero?

#### **3.3.2. Auxiliares**

1. ¿De qué manera se puede mejorar la gestión de compras de ácido sulfúrico para reducir costos y permitir que la información recolectada fluya al resto de etapas de la cadena de suministro?

2. ¿Establecer procesos y manuales para el trámite de importación de ácido sulfúrico en cisterna tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías puede eliminar riesgos en la operación?
  
3. ¿De qué manera se puede establecer controles para medir la mejora en el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna?

#### **3.4. Delimitación del problema**

Para la implementación de un sistema integrado de logística que optimice el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna se analizará la cadena de suministro únicamente con origen de El Salvador mediante una DUCA-F. Se analizará toda la información brindada por la empresa tomando en cuenta la discreción solicitada por la empresa con la información brindada. La empresa proporciona información documental e histórica y el monitoreo de los procesos.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Existen diversos factores que pueden afectar los procesos de importación en especial para los productos químicos que son controlados, como lo es el ácido sulfurico, ya que este requiere un seguimiento minucioso para no caer en sanciones o multas por incumplimientos tanto en el país exportador como en el importador.

Guatemala regula desde la cantidad de ácido sulfurico que tiene permitido comprar y distribuir una empresa, el número de importaciones realizadas y la cantidad importada, por lo que es importante tener en cuenta estos factores al momento de realizar el proceso de importación. Por otro lado, el proveedor de este producto de la empresa en estudio es de origen salvadoreño donde también tienen normativas las cuales debe cumplir el importador en cuanto al transporte que puede transitar para realizar la importación.

Debido a estos factores externos es importante contar con un proceso de importación que tome en cuenta los riesgos que pueden surgir en la operación por el incumplimiento de las disposiciones establecidas por las entidades gubernamentales de ambos países, así como los costos que estos pueden representar.

La empresa ya cuenta con un proceso de importación el cual fue establecido de manera empírica, por lo que es fundamental diseñar un plan de mejora basándonos en la información recolectada y las distintas herramientas que la ingeniería pone a nuestra disposición para determinar cuales se acoplan



mejor al funcionamiento de la empresa y de esta manera incrementar la eficacia en el proceso.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar un plan utilizando herramientas basándonos en la gestión de la cadena de suministros para mejorar el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna desde la etapa de aprovisionamiento hasta la distribución con el cliente final para reducir riesgos en la operación e incrementar la eficiencia del proceso

### **5.2. Específicos**

1. Determinar un plan de aprovisionamiento el cual se basará en la información obtenida de los datos históricos de ventas de ácido sulfúrico tomando en cuenta los distintos tipos de entregas que se tienen con los clientes.
2. Rediseñar el manual para el proceso de importación en cisterna tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías.
3. Definir indicadores para la gestión de compras y transporte que permitan medir el alcance de las mejoras implementadas y mantengan un control del rendimiento del proceso.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

La principal necesidad a cubrir es ordenar y analizar la información del proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna, tomando en cuenta cada una de las etapas de la cadena de suministro, para diseñar un plan de mejora de este, ya que este es el principal producto que comercializa la empresa en estudio. Dado a la implementación de la modalidad de Declaración Anticipada de Mercancías entre El Salvador y Guatemala muchos procesos cambiaron lo que ha provocado retrasos en la logística e incremento en los costos en cada importación. Además de no contar con un plan debidamente establecido para realizar las compras que permita cubrir la demanda existente, tomando en cuenta las temporadas altas según el tipo de cliente al que se le está distribuyendo el producto.

El estudio de investigación pretende identificar los factores clave en la cadena de suministro y las causas raíz de los retrasos, para así poder eliminarlos implementando herramientas que permitan una mejora del proceso, así como indicadores que ayuden a medir la eficiencia de los procedimientos en cada una de las etapas y de esta manera mantenerlas en control.

La metodología de investigación está conformada por tres fases, primero el análisis de los datos históricos de la demanda para diseñar un modelo de pronósticos que permita predecir la cantidad que debe ser adquirida cada mes en kilogramos, ya teniendo el plan de compras en la etapa de aprovisionamiento se continuara con la segunda fase, que consiste en la investigación documental y mediante entrevistas con los usuarios que participan durante el proceso de importación con el fin de rediseñar el manual de “Importación en pipa de ácido

sulfúrico” considerando los cambios en los procesos aduaneros a raíz de la implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías.

Por último, se definirán distintos indicadores que permitan medir los procesos en cada una de las etapas de la cadena de suministro, aprovisionamiento, transporte y distribución, para lograr mantener el control los procesos y poder detectar fácilmente alguna anomalía en estos.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Reglamento de Código Aduanero Uniforme Centroamericano (RECAUCA)**

El Reglamento de Código Aduanero Uniforme Centroamericano (RECAUCA) es un conjunto de normas que establecen los procedimientos aduaneros que deben seguir los países de Centroamérica en el comercio internacional de bienes. Fue adoptado por los países miembros del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) en el año 2012, con el objetivo de armonizar y simplificar los procesos aduaneros en la región.

El RECAUCA establece reglas claras y transparentes para la importación y exportación de bienes, y establece un marco legal común para la gestión aduanera en la región. En el RECAUCA (2000) establece algunas disposiciones:

1. La simplificación de los trámites aduaneros: El RECAUCA establece procedimientos más eficientes y simplificados para el despacho aduanero de mercancías, lo que facilita el comercio entre los países de la región.

2. La armonización de los procedimientos: El RECAUCA busca homogeneizar los procedimientos aduaneros de los países miembros del SICA, lo que reduce la confusión y los obstáculos al comercio.

3. La protección de la salud pública: El RECAUCA establece normas sanitarias para la importación y exportación de bienes, lo que garantiza la seguridad de los consumidores en la región.

4. La protección del medio ambiente: El RECAUCA establece normas ambientales para la importación y exportación de bienes, lo que garantiza la protección del medio ambiente en la región.

5. La promoción del comercio justo: El RECAUCA establece normas para prevenir el contrabando y la competencia desleal, lo que promueve un comercio justo y equitativo en la región.

En resumen, el RECAUCA es un instrumento legal que busca armonizar y simplificar los procedimientos aduaneros en la región centroamericana, lo que facilita el comercio y promueve la integración económica. Es una herramienta importante para el desarrollo económico de los países miembros del SICA (MINECO, 2009).

## **7.2. Acuerdo de Facilitación del Comercio y Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad**

El Acuerdo de Facilitación del Comercio (AFC) es un tratado multilateral de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que tiene como objetivo simplificar y armonizar los procedimientos aduaneros y de comercio en todo el mundo, con el fin de reducir los costos y tiempo de transacción en el comercio internacional. La Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad (ECFCC) es una iniciativa regional que busca implementar los compromisos del AFC y mejorar la competitividad de la región centroamericana (OMC, 2015)

Entre las principales medidas implementadas por la ECFCC se encuentran la simplificación de los procedimientos de importación y exportación, la implementación de ventanillas únicas para los trámites aduaneros, la mejora de

la infraestructura de transporte y la promoción del comercio electrónico en la región.

La implementación del AFC y la ECFCC ha tenido un impacto positivo en la competitividad de la región centroamericana. Se ha reducido el tiempo y costo de transacción en el comercio internacional, lo que ha mejorado la eficiencia y competitividad de las empresas centroamericanas. Además, la armonización de los procedimientos aduaneros ha reducido la confusión y los obstáculos al comercio, lo que ha fomentado el comercio intrarregional y la integración económica. (OMC, 2015)

En conclusión, el Acuerdo de Facilitación del Comercio y la Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad son iniciativas importantes para mejorar la competitividad de la región centroamericana y fomentar la integración económica. La implementación de estas medidas ha reducido los costos y tiempos de transacción en el comercio internacional, lo que ha mejorado la eficiencia y competitividad de las empresas centroamericanas.

### **7.3. Declaración Anticipada de Mercancías entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador**

La Declaración Anticipada de Mercancías (DAM) es un procedimiento aduanero que permite a los exportadores e importadores enviar información sobre las mercancías que van a ser transportadas antes de su llegada a la aduana. Recientemente, se ha implementado la DAM entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador como una iniciativa para mejorar la eficiencia del comercio entre ambos países.



La DAM entre Guatemala y El Salvador se inició en septiembre de 2020 y tiene como objetivo reducir los tiempos y costos de transacción en el comercio bilateral. Los exportadores e importadores pueden enviar información anticipada sobre las mercancías que van a ser transportadas a través del sistema en línea de la DAM, lo que permite a las autoridades aduaneras de ambos países realizar los controles necesarios de manera anticipada y agilizar los procesos de importación y exportación.

**Figura 1.**

*Proceso de importación de mercancías*



*Nota.* La figura muestra el proceso de importación con la modalidad Declaración Anticipada. Adaptado de la Intendencia de Aduanas (2022). *Declaración Anticipada entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador.* Consultado el 3 de marzo de 2023. De dominio público.

La implementación de la DAM entre Guatemala y El Salvador ha tenido un impacto positivo en la eficiencia del comercio bilateral. Según datos de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), la implementación de la DAM ha reducido los tiempos de espera en la aduana en un 50 %, lo que ha mejorado la competitividad de las empresas que realizan comercio entre ambos países.

Esta medida es obligatoria desde agosto de 2022, conforme a la RIM UA-104-2022, establecida por la Unión Aduanera entre las Repúblicas de El Salvador, Guatemala y Honduras, ya que la Hachadura se caracteriza por ser la frontera con mayor volumen de exportaciones hacia Guatemala en los últimos años. (SAT, 2022)

Además, la DAM también ha mejorado la seguridad y transparencia en los procesos de importación y exportación. La información anticipada permite a las autoridades aduaneras realizar controles más eficientes y prevenir la entrada de mercancías ilegales o peligrosas al país.

Según Data Export (2021), la implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador ha sido una iniciativa positiva para mejorar la eficiencia y seguridad del comercio bilateral. La DAM ha permitido reducir los tiempos y costos de transacción en la aduana, mejorar la competitividad de las empresas y aumentar la seguridad en los procesos de importación y exportación.

## **7.4. Logística de importación de productos químicos**

La logística de importación de productos químicos es un proceso complejo que implica la gestión de múltiples actividades y regulaciones para garantizar que los productos se importen de manera segura y eficiente.

### **7.4.1. Requisitos para la importación de productos químicos precursores en Guatemala desde El Salvador**

Los requisitos para la importación de productos químicos precursores en Guatemala desde El Salvador están regulados por la Dirección de Control de Sustancias Químicas del Ministerio de Gobernación de Guatemala. Estos requisitos pueden variar según el tipo de producto químico precursor que se desee importar, pero en general el MSPAS (s. f.) incluye los siguientes:

1. Registro ante la Dirección de Control de Sustancias Químicas: Todos los importadores de productos químicos precursores deben estar registrados ante esta entidad. Para ello, deben presentar una solicitud en la que se indique el tipo de producto que se desea importar y la cantidad.

2. Licencia de importación: Los importadores también deben obtener una licencia de importación para los productos químicos precursores que deseen traer a Guatemala. Esta licencia debe ser solicitada ante la Dirección de Control de Sustancias Químicas y se emite por un periodo de un año.

3. Certificado de origen: Los productos químicos precursores importados desde El Salvador deben estar acompañados de un certificado de origen emitido por las autoridades competentes de ese país.

4. Etiquetado adecuado: Todos los productos químicos precursores importados deben estar etiquetados de acuerdo a las normas y regulaciones de Guatemala. Esto incluye información sobre la composición química del producto, su peligrosidad, instrucciones para su uso y precauciones de seguridad.

5. Cumplimiento de las regulaciones nacionales e internacionales: Los importadores deben asegurarse de que los productos químicos precursores que deseen importar cumplan con las regulaciones nacionales e internacionales en materia de sustancias químicas. Esto incluye la Convención de las Naciones Unidas sobre Sustancias Psicotrópicas y la Convención de las Naciones Unidas contra el Tráfico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Psicotrópicas.

Es importante tener en cuenta que los requisitos para la importación de productos químicos precursores pueden cambiar con el tiempo y según la normativa vigente en cada país. Por lo tanto, se recomienda que los importadores se informen detalladamente sobre los requisitos actuales antes de realizar una importación.

#### **7.4.1.1. Requisitos para la importación de precursores en Guatemala**

En el caso del ácido sulfúrico al ser un precursor químico debe ser controlado y regulado por entidades gubernamentales, en Guatemala la entidad encargada de dicha labor es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

#### 7.4.1.1.1. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

La Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud es un organismo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) de Guatemala encargado de regular y controlar los productos farmacéuticos y afines en el país. El Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines es una unidad de esta dirección encargada de la regulación y control de los productos farmacéuticos y afines en el país.

Según el Acuerdo Gubernativo 54-2003, es necesario realizar el trámite del certificado de importación, para esto antes se debe tener la Licencia Sanitaria Vigente y la Licencia para Manejo de Precursores y Sustancias Químicas donde especifique el método de adquisición de las sustancias, en este caso sería importación y la finalidad de estas, para esta empresa sería la comercialización, fraccionamiento y exportación, pero puede ser para manufactura.

**Tabla 1.**

*Listado II*

<b>Código de aduana</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Sinónimos</b>
<b>2914.1100</b>	Acetona	Propanona
<b>2924.2200</b>	Ácido antranílico	Acido orto amino benzoico
<b>2806.1000</b>	Ácido clorhídrico	Acido muriático, cloruro de hidrógeno,
<b>2807.0010</b>	Ácido sulfúrico	Sulfato de hidrógeno
<b>2909.1900</b>	Éter etílico	Éter Sulfúrico, ethil óxido dietil éter óxido de etilo.

*Nota.* Adaptada del Congreso de la República de Guatemala (2003). *Acuerdo Gubernativo 24-2003 Reglamento para el control de precursores y sustancias químicas.* (<https://cretec.org.gt/wp-content/uploads/2021/03/acuerdogubernativo54200378.pdf>). Consultado el 3 de marzo de 2023.

De dominio público.

Una vez se tengan las licencias correspondientes se deben seguir los siguientes requisitos para realizar una importación:

1. Certificado de importación emitido por la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud.
2. Autorización de importación de Precursores, donde se firma y sella la factura comercial, además de incluir el número de autorización
3. Reporte Mensual de entradas, salidas y saldos de la sustancia química.
4. Reporte trimestral de utilización de certificados de importación y registro de los números de autorización de importación.

#### **7.4.1.2. Requisitos para la importación de precursores desde El Salvador**

Para la exportación de precursores químicos desde El Salvador se deben cumplir ciertos requisitos y regulaciones establecidas por el país. A continuación, se mencionan algunos de los requisitos para la exportación de precursores químicos desde El Salvador:

1. Registro en el Ministerio de Economía: La empresa que desee exportar precursores químicos debe estar registrada en el Ministerio de Economía de El Salvador. El registro debe ser renovado cada año.
2. Licencia de exportación: Se requiere una licencia de exportación emitida por la Dirección General de Aduanas para la exportación de precursores químicos. El solicitante debe presentar una solicitud de licencia de exportación,

junto con la documentación necesaria, como un certificado de análisis del producto y la factura comercial.

3. Cumplimiento de regulaciones: El exportador debe cumplir con las regulaciones establecidas por el país en cuanto a la exportación de precursores químicos. Estas regulaciones incluyen la etiquetación adecuada, el manejo y transporte seguro de los productos y la presentación de informes periódicos.

4. Certificado de destino: El exportador debe presentar un certificado de destino emitido por la autoridad competente en el país de destino.

Es importante mencionar que la exportación de precursores químicos está regulada por el Convenio de las Naciones Unidas contra el Tráfico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Psicotrópicas. El Salvador es signatario de este convenio y, por lo tanto, debe cumplir con sus regulaciones en cuanto a la exportación de precursores químicos.

#### **7.4.1.2.1. Viceministerio de Transporte**

El Viceministerio de Transporte de El Salvador es el encargado de emitir los permisos necesarios para el transporte de precursores químicos en el país. A continuación, se describe el proceso de emisión de permisos del Viceministerio de Transporte de El Salvador para el transporte de precursores químicos:

1. Inspección del vehículo: El Cuerpo de Bomberos de El Salvador realiza una inspección del vehículo que se utilizará para transportar los precursores químicos. La inspección tiene como objetivo verificar que el vehículo cumpla con los requisitos de seguridad establecidos por la ley.

2. Solicitud de permiso: El solicitante debe presentar una solicitud de permiso para el transporte de precursores químicos al Viceministerio de Transporte de El Salvador. La solicitud debe incluir información detallada sobre los productos que serán transportados, como el nombre del producto, la cantidad, la concentración y el nombre de la empresa exportadora y la empresa importadora.
3. Verificación de la documentación: El Viceministerio de Transporte de El Salvador verifica la documentación presentada por el solicitante. Esta documentación incluye el permiso de exportación emitido por la autoridad competente del país de origen, la factura comercial, el certificado de análisis y la licencia de importación emitida por el Ministerio de Economía de El Salvador.
4. Emisión del permiso: Si la documentación presentada es correcta y el vehículo cumple con los requisitos de seguridad, el Viceministerio de Transporte de El Salvador emite el permiso para el transporte de precursores químicos. Este permiso incluye información detallada sobre los productos que serán transportados, el vehículo utilizado, el nombre del conductor y la ruta que se seguirá para el transporte de los productos.

Es importante mencionar que el transporte de precursores químicos está regulado por la ley y que se deben cumplir ciertos requisitos y regulaciones establecidas por el país. El incumplimiento de estas regulaciones puede resultar en sanciones y multas.



#### **7.4.1.2.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

El artículo 19 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente establece las obligaciones de los titulares de proyectos o actividades que puedan causar daño al medio ambiente. En concreto, este artículo establece que dichos titulares deberán cumplir con ciertos requisitos para determinar el nivel de impacto de la actividad o proyecto a realizar.

En resumen, el artículo 19 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente establece las obligaciones que tienen los titulares de proyectos o actividades que puedan afectar al medio ambiente, con el objetivo de prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales negativos y promover una gestión ambiental responsable y sostenible.

En el caso del transporte de sustancias peligrosas, en este caso ácido sulfúrico, desde El Salvador a Guatemala se encuentra contenida en impactos leves, según el Documento de Categorización de Actividades, Obras o Proyectos de conformidad con los criterios técnicos descritos a continuación:

1. Las unidades son de uso exclusivo para el transporte de la sustancia peligrosa referida en la Resolución que emita el Ministerio de Ambiente.
2. Las unidades cuentan con equipo de seguridad
3. El personal a cargo del transporte cuenta con equipo de protección personal para el manejo de la sustancia peligrosa

4. La actividad de transporte cuenta con Estudio de Riesgos y Plan de Contingencia
5. Cumple con las condiciones para el transporte de la sustancia peligrosa referida, de acuerdo con las certificaciones de cumplimiento de medidas de seguridad, otorgadas por el Cuerpo de Bomberos de El Salvador.

Al cumplir con los requisitos descritos anteriormente el Ministerio de Ambiente de El Salvador resuelve autorizar a la empresa el traslado de ácido sulfúrico (sustancias peligrosas) desde El Salvador a Guatemala, indicando los vehículos y motoristas autorizados. Además, se debe presentar un reporte semestral indicando la cantidad y la sustancia peligrosa trasladada en cada uno de los vehículos durante ese período de tiempo. (Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente, 2000).

#### **7.5. Gestión logística**

La gestión logística es el proceso de planificar, implementar y controlar el movimiento y almacenamiento de productos, materias primas y otros recursos, desde su origen hasta su destino final, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes de manera efectiva y eficiente.

La gestión logística implica la coordinación de actividades clave como la adquisición de materiales, el transporte y la distribución de productos, el control de inventarios y el manejo de información y comunicación en toda la cadena de suministro. La gestión logística también se preocupa por la optimización de procesos y recursos, la reducción de costos y la mejora de la calidad y el servicio al cliente.

### **7.5.1. Gestión de compras**

La importancia de la gestión de compras radica en que una gestión efectiva puede contribuir significativamente a la rentabilidad y el éxito de una empresa. Al gestionar las compras de manera efectiva, una empresa puede asegurarse de que está obteniendo los productos y servicios que necesita al precio adecuado y con la calidad requerida, lo que puede reducir los costos y mejorar la eficiencia operativa. También puede asegurar la disponibilidad y continuidad del suministro, reducir los riesgos de interrupciones en la cadena de suministro y aumentar la capacidad de la empresa para satisfacer las demandas del mercado.

Es importante basar el aprovisionamiento en la demanda y los históricos de ventas de la empresa porque esto permite a la empresa satisfacer las necesidades del mercado de manera efectiva y eficiente. Si la empresa tiene una comprensión clara de la demanda de sus productos y servicios, puede tomar decisiones informadas sobre qué productos y en qué cantidad debe comprar.

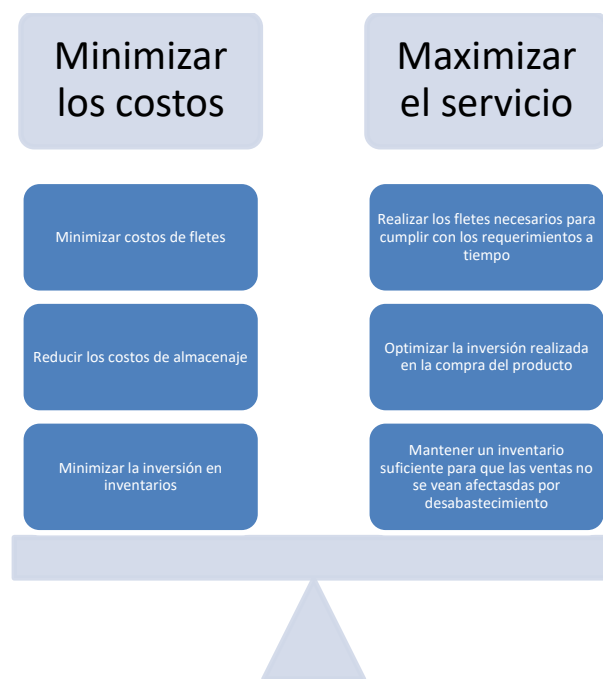
Aparicio (2013) explica que, al basar el aprovisionamiento en la demanda, la empresa puede evitar el exceso de inventario y reducir el costo asociado con el almacenamiento, la manipulación y el mantenimiento de inventario excesivo.

Además, basar el aprovisionamiento en los históricos de ventas de la empresa puede ayudar a la empresa a prever la demanda futura y hacer ajustes en consecuencia. Si la empresa tiene un registro de las ventas anteriores, puede identificar patrones en la demanda de los clientes, y ajustar su estrategia de aprovisionamiento en consecuencia.

Aparicio también menciona algunos de los objetivos principales del aprovisionamiento lo que permite orientar las decisiones de la empresa en la dirección correcta.

**Figura 2.**

*El equilibrio de la función de aprovisionamiento.*



*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos de J. G. Aparicio (2013). *Gestión Logística y comercial.* Realizado con Word.

**7.5.2. Gestión de existencias**

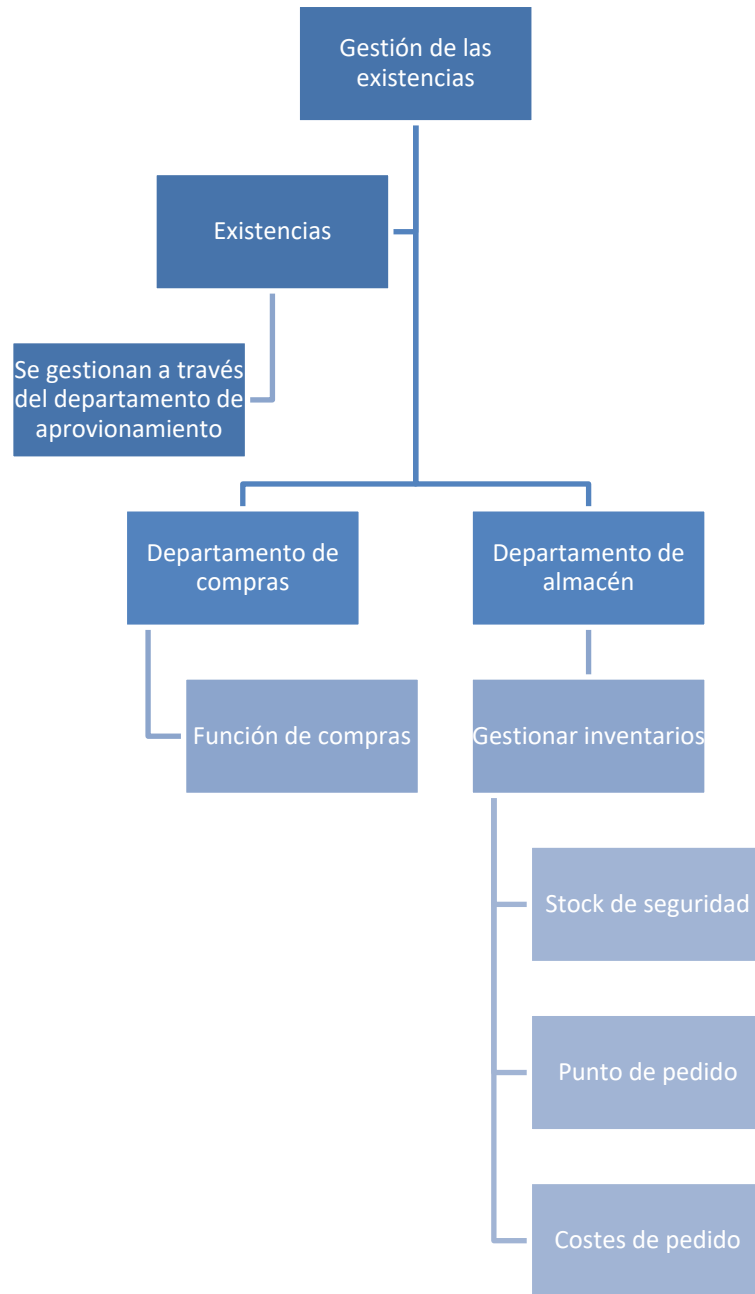
La gestión de existencias es un proceso clave en la logística y el comercio que permite a las empresas mantener un equilibrio adecuado entre la oferta y la demanda, optimizar los costos y mejorar la eficiencia operativa. Una buena gestión de existencias puede ayudar a las empresas a mejorar su rentabilidad y

su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes de manera oportuna y eficiente (Aparicio, 2013).

La gestión de existencias es importante por varias razones. En primer lugar, ayuda a las empresas a mantener un equilibrio adecuado entre la oferta y la demanda. Si una empresa tiene demasiados productos en su almacén, corre el riesgo de que se queden obsoletos o caducan, lo que puede generar pérdidas financieras. Por otro lado, si la empresa no tiene suficientes productos, no podrá satisfacer la demanda de los clientes, lo que puede afectar negativamente su reputación.

En segundo lugar, la gestión de existencias es importante para optimizar los costos de la empresa. Mantener un inventario demasiado grande puede generar costos adicionales de almacenamiento, seguros y obsolescencia. Por otro lado, tener un inventario insuficiente puede generar costos adicionales de producción y transporte.

**Figura 3.** *Gestión de las existencias*



*Nota.* Elaboración propia con datos obtenidos de J. G. Aparicio (2013). Gestión Logística y comercial. Realizado con Word.

### **7.5.3. Gestión de transporte**

La función de transporte es el conjunto de actividades que nos permite el traslado de los materiales y productos terminados de los proveedores a la empresa, y de ella a los clientes, de forma que lleguen a su destino en las condiciones pactadas. (Aparicio, 2013, p. 150).

Entre las principales funciones de la gestión de transporte se encuentran:

La planificación y organización de rutas y medios de transporte: es necesario determinar la mejor forma de transportar los productos, ya sea mediante transporte terrestre, marítimo o aéreo, y elegir la ruta más eficiente y económica.

Control de la flota de transporte: es importante contar con un sistema de seguimiento y control de los vehículos y medios de transporte, para garantizar su correcto funcionamiento y evitar retrasos y contratiempos.

Gestión de documentos y trámites: se deben llevar a cabo una serie de trámites y gestiones para el transporte de mercancías, como la elaboración de documentación y la gestión de permisos y licencias.

## 8. PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Reglamento de Código Aduanero Uniforme Centroamericano (RECAUCA)

1.2. Acuerdo de Facilitación del Comercio y Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y Competitividad

1.3. Declaración Anticipada de Mercancías entre las Repúblicas de Guatemala y El Salvador

1.4. Logística de importación de productos químicos

1.4.1. Requisitos para la importación de productos químicos precursores en Guatemala desde El Salvador

1.4.1.1. Requisitos para la importación de precursores en Guatemala

1.4.1.1.1. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social



1.4.1.2. Requisitos para la importación de precursores desde El Salvador

1.4.1.2.1. Viceministerio de Transporte

1.4.1.2.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

1.5. Gestión logística

1.5.1. Gestión de compras

1.5.2. Gestión de existencias

1.5.3. Gestión de transporte

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

## 9. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología aplicada en la investigación.

### 9.1. Diseño

Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación se utilizarán métodos y procedimientos, por lo que el diseño es no experimental ya que para el análisis no se realizarán ensayos o prácticas de algún piloto para la determinación de la información necesaria. Los datos del estudio se obtendrán a través de herramientas de medición con el objetivo de observar y analizar las variables que afectan las etapas críticas del proceso de importación y con esto plantear una propuesta para mejorar el proceso logístico en la importación de ácido sulfúrico en cisterna.

La investigación se desarrollará en varias fases donde se realizará una revisión documental de fuentes de información como acuerdos, normativos y entrevistas con expertos en el tema de importación de productos químicos precursores, así como de la implementación de la modalidad de Declaración Anticipada entre El Salvador y Guatemala, esta información se considera importante tanto para estructurar el marco teórico, como para rediseñar el manual de importación en pipa de la empresa. También se recolectará la información necesaria para

Además, se analizará la demanda de ácido sulfúrico a través de datos de ventas históricas de años anteriores para determinar un modelo de pronósticos

de ventas que permita realizar proyecciones más acertadas de la demanda futura del producto.

En la investigación documental también es importante la gestión logística para el diseño de indicadores que permitan mantener un proceso controlado a través de información medible y comparable, por lo que es importante la recolección de información acerca de la gestión de la cadena de suministros.

## **9.2. Tipo de estudio**

La investigación se desarrolla con un enfoque mixto, ya que se recolectarán datos cualitativos mediante la observación del desarrollo del proceso de importación y sus distintas etapas. Pero también se recopilarán datos cuantitativos mediante análisis de históricos de ventas, estadísticas de selectivos y evaluación de los costos.

## **9.3. Alcance de la investigación**

El alcance de la investigación es descriptivo, se busca explicar a detalle el proceso de importación de ácido sulfúrico, además de dimensionar el alcance de las deficiencias que se presentan dentro de este. Es importante poder identificar los factores internos y externos que afectan las distintas etapas del proceso logístico, establecer indicadores que nos permitan medir el alcance del proceso para poder describir el problema principal y cada uno de los aspectos que se ven involucrados en este.

#### 9.4. Variables de estudio e indicadores

En base a los objetivos se determinaron algunas variables que permitirán realizar la operacionalización de los conceptos y facilitar el análisis de los resultados.

**Tabla 2.**

*Matriz de variables de estudio*

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Plan de tabulación</b>
Diseñar un plan aplicando la gestión de la cadena de suministros para mejorar el proceso de importación de ácido sulfurico en cisterna para incrementar la eficiencia del proceso	Varianza del plan	Numérica discreta de razón de salida	Diferencia entre los resultados planeados y los obtenidos	Registro de ventas mensuales vs. Las planeadas	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis
Determinar un plan de aprovisionamiento el cual se basará en la información obtenida de los datos históricos de ventas de ácido sulfúrico	Histórico de ventas	Numérica discreta de razón de entrada	Promedio de ventas mensual	Registro de variable	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis
	Proyección de ventas	Numérica discreta de razón de salida	Promedio de ventas mensual	Modelo de pronóstico	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis

Continuación de la tabla 2.

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>de Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Plan de tabulación</b>
Rediseñar el manual para el proceso de importación en cisterna tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías.					
Determinar indicadores para la gestión de compras y transporte que permitan medir el alcance de las mejoras implementadas y mantengan un control del rendimiento del proceso.	Nivel de cumplimiento de los proveedores	Numérica discreta de razón de salida	Cumplimiento de los proveedores	Número de pedidos que el proveedor entrega dentro de los requerimientos	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis
	Costos de transporte	Numérica discreta de razón de salida	Costos de transporte sobre las ventas	Costos relacionados al transporte	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis
	Capacidad de unidades	Numérica discreta de razón de salida	Capacidad real utilizada	Cantidad de producto en kg que se transporta	La tabulación de resultados se realizará por medio de una matriz de análisis

*Nota.* Variables de estudio e indicadores. Elaboración propia, realizada con Word.

## **9.5. Fases**

Para alcanzar los objetivos del diseño de investigación esta se realizará en tres fases:

### **9.5.1. Fase 1. Revisión documental**

En esta fase se consultarán fuentes de información como libros, artículos publicados por entidades gubernamentales, reglamentos, normativas nacionales e internaciones sobre el proceso de importación de productos químicos precursores, procedente de El Salvador específicamente, además de recolectar información acerca de la Declaración Anticipada de Mercancías entre ambos países. En esta fase también se revisarán libros acerca de la gestión logística y su función en las distintas etapas de la cadena de suministro para comprender como estas herramientas pueden incrementar la eficiencia en el proceso de importación a analizar. Toda la información revisada se utilizará para estructurar el marco teórico de la investigación. (4 semanas)

### **9.5.2. Fase 2. Recolección de datos**

Una vez finalizada la revisión documental se procederá con la fase de recolección de datos, se utilizarán fuentes de datos primarios y secundarios, como datos de ventas históricas de ácido sulfúrico de la empresa. También mediante entrevistas con expertos se recopilará toda la información acerca de las distintas etapas, requerimientos y normativas a cumplir para realizar la importación de precursores químicos entre El Salvador y Guatemala.

### **9.5.3. Fase 3. Diseño de la propuesta**

Teniendo toda la información documental y los datos recolectados se procede a plantear la propuesta para el plan de compras mensual de ácido sulfúrico tomando como base los datos de ventas históricos proporcionados por la empresa y utilizando un modelo de pronósticos que se adapte al comportamiento de las ventas.

Además, se rediseñará el manual de “importación en pipa” ya existente tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías y todas las normativas ya existentes para el cumplimiento de los requisitos para el traslado de mercancías peligrosas, es decir precursores químicos, a través de El Salvador y Guatemala.

En esta fase también se plantearán indicadores logísticos que permitan medir el proceso para mantenerlo en control y poder detectar posibles deficiencias más adelante. (10 semanas)

### **9.6. Resultados esperados**

Con este trabajo de investigación se espera demostrar que a través de una propuesta de mejora del proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna la empresa puede mejorar la eficiencia mediante el análisis de los indicadores logísticos en las distintas etapas de cadena de suministro. Lo anterior con el fin que la empresa pueda establecer sus procesos logísticos para este producto de forma ordenada y eficiente, esperando que más adelante pueda estandarizarlo para todos los productos que comercializan. Además de minimizar los riesgos en las operaciones, como por ejemplo multas administrativas por parte de la Superintendencia de Administración Tributaria, costos excesivos en transporte y almacenaje, o bien pérdida de clientes por incumplimiento en las entregas.

Se pretende diseñar métricas que permitan medir los avances de las propuestas, así como mantener el proceso en control para detectar con mayor facilidad y de manera oportuna, alguna deficiencia en el proceso y analizar como el flujo de información afecta las distintas etapas desde el aprovisionamiento hasta la distribución.

### **9.7. Población y muestreo**

Para obtener la información de para el diseño del plan de compras, se aplicó un muestreo no probabilístico intencional, donde la unidad de análisis escogida fue el promedio de ventas histórico de dos años anteriores para introducir la información en un modelo de pronósticos cíclico.

La información obtenida será tabulada y analizada utilizando Microsoft Excel, a través de tablas y gráficas.

#### **Tabla 3.**

*Formato de tabulación*

<b>No. de períodos</b>	<b>Volumen de ventas</b>	<b>Ingreso neto</b>

*Nota.* Formato para la tabulación de datos. Elaboración propia, realizado con Word.





## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para comprender el contexto de la investigación, se realizará una revisión documental de los manuales y procedimientos ya existentes en la empresa para el proceso de importación en cisterna de productos químicos precursores, así como investigaciones anteriores a nivel internacional. También se realizará una revisión de los acuerdos y normativas aduaneras para desarrollar el marco teórico.

La investigación se desarrollará en una empresa importadora y comercializadora de productos químicos diversos, el principal producto que manejan el ácido sulfúrico en cisterna, el cual distribuyen a distintos clientes a lo largo del país. La importación del ácido sulfúrico la realizan de El Salvador, por lo que fue importante realizar una investigación de los requerimientos del país de origen para realizar el comercio internacional de este precursor químico.

La finalidad de la investigación es identificar las deficiencias en la cadena de suministro para el producto mencionado y diseñar un plan para mejorar e incrementar la eficiencia en las etapas del proceso logístico que lo requieras, de esta manera si se mejora una de estas etapas las demás se verán afectadas positivamente.

Para realizar el análisis de la información es necesario realizar una entrevista con la persona encargada de las exportaciones en la empresa proveedora, para comprender de mejor manera el proceso logístico que se lleva a cabo, esto será útil para mejorar y actualizar el manual ya existente tomando en cuenta no solo el proceso logístico, sino que los requerimientos arancelarios y no arancelarios de ambos países.

Entre las técnicas estadísticas a utilizar esta el análisis de los históricos de ventas mediante pronósticos con el fin de realizar un plan de compras que le permita a la empresa utilizar la metodología Just InTime de la manera correcta. Analizando la información de los históricos de ventas se puede determinar que el modelo a utilizar puede ser cíclico, con la siguiente fórmula:

$$P_n = V_n * i_n \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$$i = \frac{x_{hor}}{x_{ver}}$$

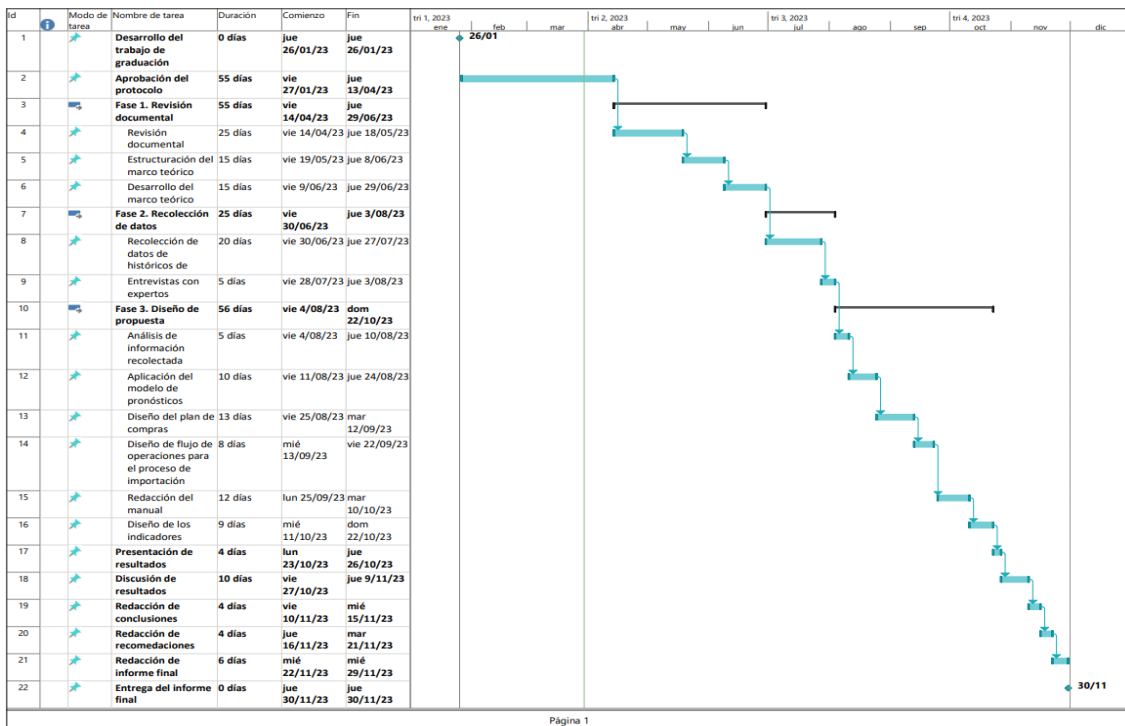
- $P_n$  = pronóstico de evaluación para el mes n.
- $V_n$  = ventas reales para el en-ésimo mes del último período completo
- $i_n$  = índice estacional para el en-ésimo mes
- $X_{hor}$  = promedio de ventas horizontal
- $X_{ver}$  = promedio de ventas vertical

Utilizando la misma fórmula se determinará el pronóstico de riesgo a utilizar para diseñar el plan de aprovisionamiento basado en los históricos de ventas, también teniendo en cuenta para clientes específicos como los ingenios, que en época de zafra aumentan su consumo de ácido sulfúrico, por lo que se analizara si es conveniente realizar planes de compras según el sector al que se dirija el producto.

Teniendo en cuenta un plan de aprovisionamiento este puede reducir costos en la etapa de transporte ya que al realizar la importación en una cisterna si determinamos las cantidades y tiempos exactos para realizar la importación del producto podemos reducir la ocurrencia de fletes falsos.

# 11. CRONOGRAMA

**Tabla 4.**  
*Cronograma*



Nota. Detalle del cronograma para realizar el trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado en Project.



## 12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases y alcanzar con los objetivos propuestos.

A continuación, se describen los recursos necesarios para llevar a cabo el trabajo de investigación:

- **Recurso humano:** Se toma en cuenta el tiempo y esfuerzo invertido por el tesista y el asesor.
- **Materiales:** Útiles de oficina necesarios para recolectar la información y diseñar la propuesta.
- **Recursos tecnológicos:** Para mantener la comunicación con el asesor y los expertos a entrevistar es necesario contar con todos los recursos tecnológicos.

Para realizar el trabajo de investigación cada uno de los recursos será financiado por el tesista.

**Tabla 5.***Presupuesto*

<b>No.</b>	<b>Recurso</b>	<b>Descripción del gasto</b>	<b>Monto</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1</b>	Humano (tesista)	Inversión del tiempo por el investigador	Q.6,000.00	64.52 %
<b>2</b>	Humano (asesor)	Asesor del trabajo de investigación	Q.1,500.00	16.13 %
<b>3</b>	Materiales	Útiles de oficina	Q. 100.00	1.08 %
<b>4</b>	Recursos tecnológicos	Membresía de zoom, plan de internet y llamadas móvil y residencial	Q. 1,200.00	12.90 %
<b>5</b>	Varios	Gastos imprevistos	Q.500.00	5.38 %
			Q.9,300.00	100.00 %

*Nota.* Detalle del presupuesto para realizar el trabajo de investigación. Elaboración propia, utilizando Excel.

### 13. REFERENCIAS

1. AGEXPORT. (2021). *Formalizan Uso De Declaración Anticipada Obligatoria Para Exportar E Importar A Centroamérica*. <https://dataexport.com.gt/formalizan-uso-de-declaracion-anticipada-obligatoria-para-exportar-e-importar-a-centroamerica/>
2. Aparicio, J. (2013). *Gestión logística y comercial*. McGraw-Hill Education.
3. Aprobación de la Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio. Acuerdo No. 01-2015 (COMIECO-LXXIII). (22 de octubre de 2015). Consejo de ministros de Integración Económica. Gaceta Oficial Digital del SICA No. 001-2015 – Portal del SICA. El Salvador. [Acuerdo N.º 01-2015 \(COMIECO - LXXIII\) - Portal del SICA](#)
4. Barcenas, G. (2003). *Final Act Of The United Nations Conference For The Adoption Of A Protocol On Psychotropic Substances*. [https://www.unodc.org/pdf/convention\\_1971\\_en.pdf](https://www.unodc.org/pdf/convention_1971_en.pdf)
5. Castellanos, O. (2019). *Implementación De Balanced Scorecard Para La Mejora De Procesos De Comercio Internacional, En Una Industria Farmacéutica Que Opera En Una Zona Franca*. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
6. Código Aduanero Uniforme Centroamericano (CAUCA) Resolución No. 223-2008. (2008). Gaceta Diario Oficial No. 135. Guatemala. <http://biblioteca.oj.gob.gt/digitales/56899.pdf>



7. Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines. (s. f.). *Registro de empresas*. <https://medicamentos.mspas.gob.gt/index.php/servicios/sustancias-controladas/pasos-para-el-registro-de-empresas>
8. Dirección de Análisis Económico. (2019). *Importaciones de productos diversos de la industria química*. [https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Integracion%20y%20comercio%20exterior/informe\\_de\\_productos\\_diversos\\_de\\_la\\_industria\\_quimica.pdf](https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Integracion%20y%20comercio%20exterior/informe_de_productos_diversos_de_la_industria_quimica.pdf)
9. Dirección de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines. (s. f.). *Sustancias Controladas*. <https://medicamentos.mspas.gob.gt/index.php/formularios/manejo-de-sustancias>
10. Licardié, J. (2012). *Evaluación Y Control De Los Indicadores Logísticos Del Departamento De Exportaciones En Una Empresa Comercializadora De Tubo De Pvc* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
11. Morales, J. (2015). *Implementación de un método para la producción de Ácido Sulfúrico 59.5% p/p* [Informe final de investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
12. Observatorio de Complejidad Económica. (s. f.). *Guatemala (GTM) Exports, Imports, and Trade Partners*. <https://oec.world/es/profile/country/gtm>

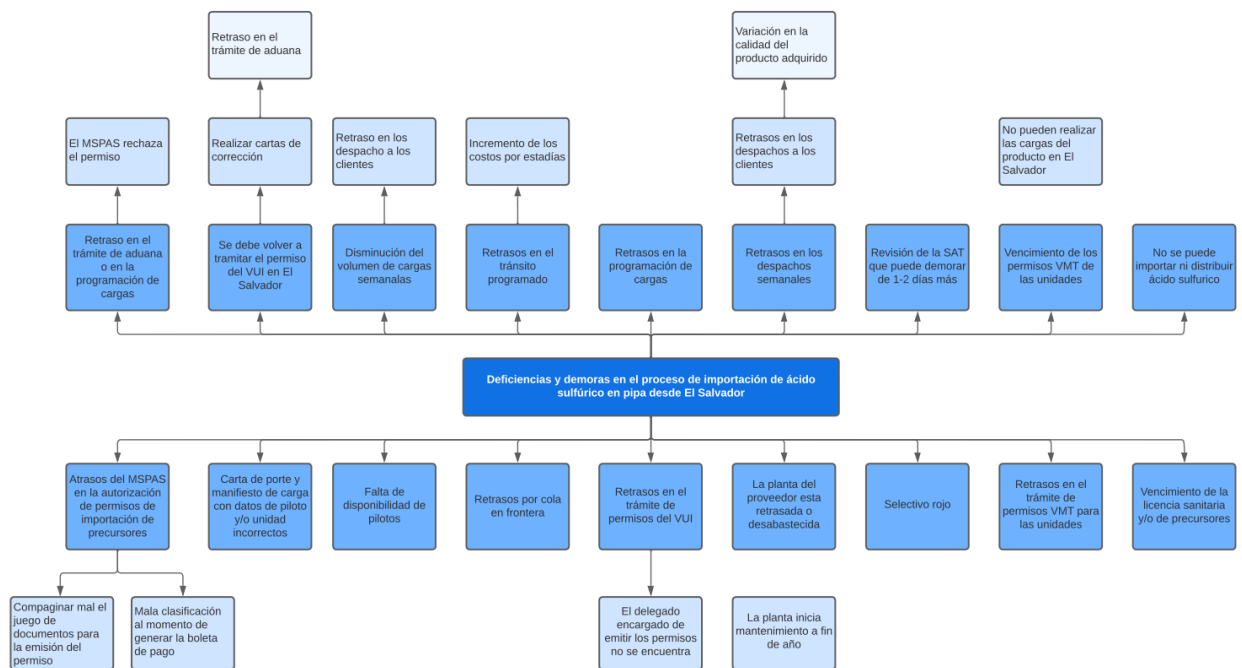
13. Organización Mundial de Comercio. (2015). *La Facilitación del Comercio*.  
[https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/tradfa\\_s/tradfa\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/tradfa_s/tradfa_s.htm)
14. Superintendencia de Administración Tributaria. (2022). *Implementación de la Declaración Anticipada entre Guatemala y El Salvador*.  
<https://portal.sat.gob.gt/portal/noticias/implementacion-de-la-declaracion-anticipada-entre-guatemala-y-el-salvador/>
15. Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana. (2009). *El Salvador y Guatemala Suscriben Protocolo de Modificación al Convenio Marco para el Establecimiento de una Unión Aduanera*.  
<https://www.sica.int/consulta/Noticia.aspx?Idn=31957&idm=1#:~:text=Guatemala%20y%20El%20Salvador%20mantienen,tienen%20como%20destino%20El%20Salvador.>
16. Viceministerio de Integración y comercio exterior. (s. f.). *Proceso de importación de medicamentos*.  
[https://comercioeinversionguate.gob.gt/static/doc/Proceso\\_importacion\\_medicamentos.pdf](https://comercioeinversionguate.gob.gt/static/doc/Proceso_importacion_medicamentos.pdf) D. (2021, 4 mayo).



## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1.

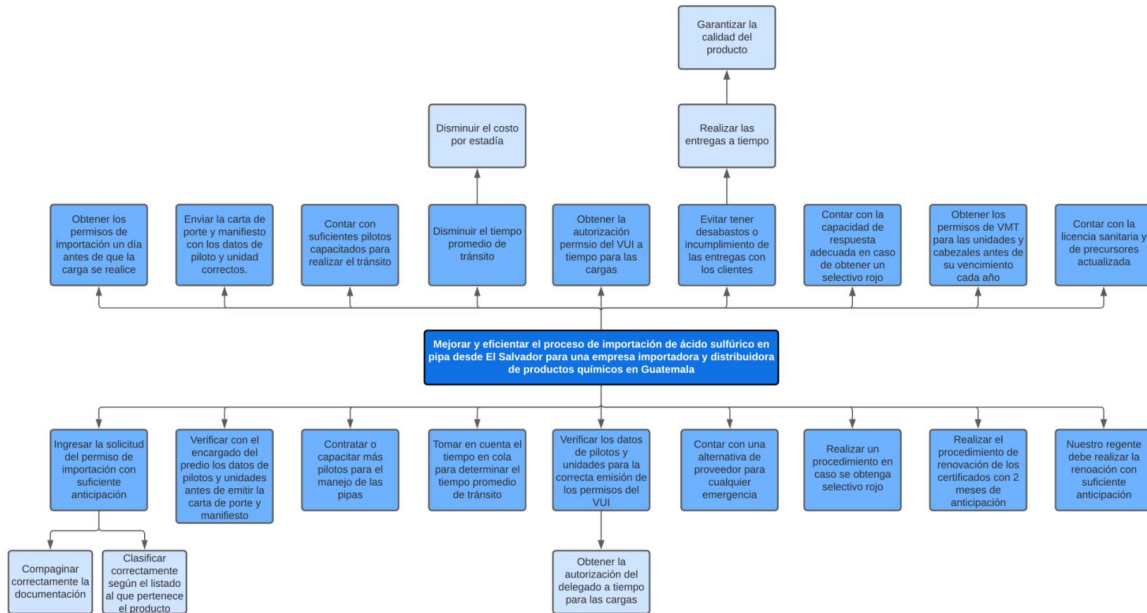
#### Árbol de problemas



Nota. Diagrama de árbol de problemas. Elaboración propia.

## Apéndice 2.

### Árbol de objetivos.



Nota. Diagrama de árbol de objetivos. Elaboración propia.

### Apéndice 3.

#### Matriz de coherencia

Matriz de coherencia			
Título de la investigación	Planteamiento del problema	Preguntas de investigación	Objetivos
Diseño de un plan de mejora para el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna desde El Salvador para una empresa distribuidora de productos químicos en Guatemala.	Constantes deficiencias y atrasos en el proceso de importación de ácido sulfúrico en pipa desde El Salvador por distintos factores relacionados a la logística del proceso y la mala gestión en la cadena de suministros	<p><b>Principal</b></p> <p>¿De qué manera se puede lograr la optimización del proceso de importación y distribución de ácido sulfúrico en cisterna desde El Salvador tomando en cuenta cada una de las etapas de la cadena de suministro y las normativas vigentes para el proceso aduanero?</p> <p>1. ¿De qué manera se puede mejorar la gestión de compras de ácido sulfúrico para reducir costos y permitir que la información recolectada fluya al resto de etapas de la cadena de suministro?</p> <p>2. ¿Establecer procesos y manuales para el trámite de permisos y licencias en la importación de ácido sulfúrico en cisterna tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías puede eliminar riesgos en la operación?</p> <p>3. ¿Qué indicadores se pueden establecer para medir la mejora en el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Implementar herramientas basándonos en logística integral y gestión de la cadena de suministros para mejorar el proceso de importación de ácido sulfúrico en cisterna desde la etapa de aprovisionamiento hasta la distribución con el cliente final para reducir riesgos en la operación e incrementar la eficiencia del proceso.</p> <p><b>Específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar una proyección de ventas en la cual se basará el plan de aprovisionamiento semanal de ácido sulfúrico tomando en cuenta los distintos tipos de entregas que se tienen con los clientes.</li> <li>Rediseñar el manual para el proceso de importación en cisterna y el manual de trámite de licencias y permisos para la importación de ácido sulfúrico tomando en cuenta la reciente implementación de la Declaración Anticipada de Mercancías.</li> <li>Determinar indicadores de aprovisionamiento y transporte que permitan medir el alcance de las mejoras implementadas y mantengan un control del rendimiento del proceso.</li> </ol>

Nota. Matriz de coherencia. Elaboración propia.

