



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

**ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE
PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA**

Francis Makyori García Cruz

Asesorado por el Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera

Guatemala, junio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE
PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FRANCIS MAKYORI GARCÍA CRUZ

ASESORADO POR EL ING. MARDOQUEO ARRIAGA HERRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

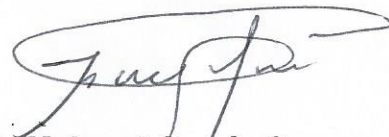
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Adquijay
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 29 de julio de 2017.



Francis Makyori García Cruz

Guatemala, 25 de Octubre del 2018

Ing. Juan José Peralta Dardón
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

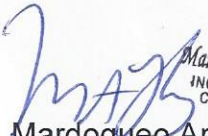
Respetable Ingeniero Peralta Dardón

Por medio de la presente informo a usted que, como asesor del Trabajo de Graduación del estudiante universitario **Francis Makyori García Cruz** quien se identifica con el carné universitario número **2006-11134**, procedí a revisar la tesis de seis capítulos cuyo título es: **"ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA"**. La cual encuentro satisfactoria.

En tal virtud, **LA DOY POR APROBADA**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

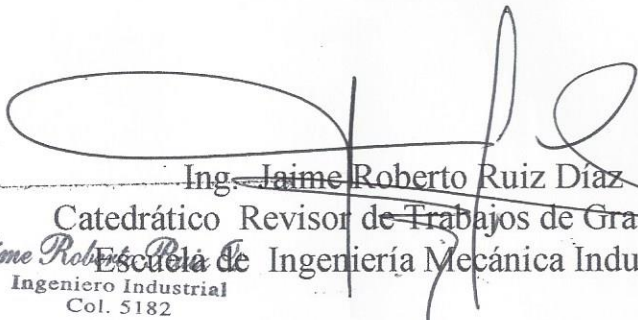

Mardoqueo Arriaga Herrera
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 7540
Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera
Colegiado Activo No. 7540



REF.REV.EMI.011.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA**, presentado por el estudiante universitario **Francis Makyori García Cruz**, apruebe el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Ingeniero Industrial
Col. 5182

Guatemala, febrero de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.091.019

El Director de la Escuela de 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 Revisor **ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA**, presentado por el estudiante universitario **Francis Makyori García Cruz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

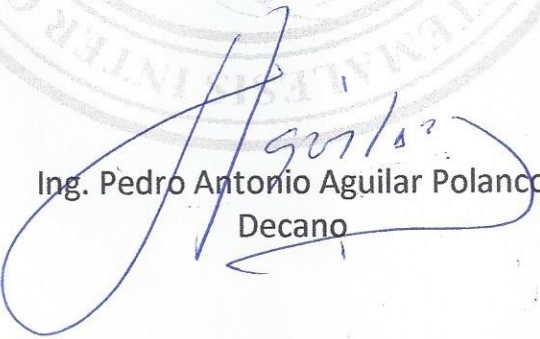


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 291.2019

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: **ESTUDIO DE ACONDICIONAMIENTO PARA EL DESPACHO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES CON ETANOL EN GASOLINERAS PUMA**, presentado por el estudiante universitario: **Francis Makyori García Cruz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, junio de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme la sabiduría y fuerza para alcanzar mis metas hoy, mañana y siempre.
- Mis padres** Francisco García (q. e. p. d.) y María Cruz de García, su amor será siempre mi inspiración.
- Mi esposa** Nohemy Centeno de García, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
- Mis hijos** Klybhert, Jeremy y Lucas García Centeno, por ser tres ángeles a mi vida y mi motivación.
- Mis amigos** Por su amistad y siempre motivarme.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas y los conocimientos para ser un profesional de éxito en el país.
Departamento de Retail de Puma Energy	Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación.
Ing. Victor Pérez	Por su apoyo y asesoría en el trabajo de graduación.
Ing. Mardoqueo Arriaga	Por su apoyo y asesoría en el trabajo de graduación.
Ing. Haroldo Girón	Por su apoyo y asesoría en el trabajo de graduación.
Ing. Victor Paula	Por su apoyo y asesoría en el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Descripción general de la empresa Puma.....	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.2. Historia	3
1.1.3. Servicios	4
1.2. Bases de la organización.....	5
1.2.1. Visión.....	5
1.2.2. Valores	6
1.2.3. Objetivos.....	7
1.3. Estructura organizacional	8
1.3.1. Organigrama.....	8
1.3.2. Descripción de puestos	10
1.3.3. Responsabilidades	11
1.4. Etanol	12
1.4.1. Tipos de etanol	14
1.4.2. Etanol como combustible.....	14
1.4.3. Mezclas de etanol con combustibles	15
1.4.4. Compatibilidad de materiales con etanol	16

2.	MARCO LEGAL	19
2.1.	Legislación de hidrocarburos para el almacenamiento y suministro de productos combustibles con etanol.....	20
2.1.1.	Ley de comercialización de hidrocarburos	21
2.1.1.1.	Tanques para almacenamiento de combustibles	22
2.1.1.2.	Tuberías para productos combustibles	25
2.1.1.3.	Medidas de seguridad ambiental e industrial.....	26
2.1.2.	<i>Ley del alcohol carburante</i>	33
2.1.2.1.	Porcentaje mezcla gasolina y etanol	34
2.1.2.2.	Materias primas nacionales.....	35
2.1.2.3.	Cuotas de producción	37
3.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	39
3.1.	Evaluación de instalaciones gasolineras Puma estándar.....	42
3.1.1.	Instalaciones gasolinera agencia	43
3.1.1.1.	Tanques, tuberías y equipos de despacho.....	45
3.1.2.	Instalaciones gasolinera CODO	48
3.1.2.1.	Tanques, tuberías y equipos de despacho.....	50
3.1.3.	Instalaciones gasolinera DODO	54
3.1.3.1.	Tanques, tuberías y equipos de despacho.....	56
3.1.4.	Resultados investigación de campo	59

	3.1.4.1.	Gasolineras estándar Puma compatibles para manejar productos combustibles con Etanol.....	60
4.		TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR	61
	4.1.	Tanques de doble pared para almacenamiento de combustibles con etanol	63
	4.2.	Sensores para control de inventarios	69
	4.3.	Tuberías flexibles	72
	4.4.	Dispensadores.....	78
	4.5.	Pastas para medición	82
	4.6.	Costos de tecnologías a implementar	83
5.		PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA GASOLINERAS EXISTENTES.....	85
	5.1.	Tanques de almacenamiento	86
		5.1.1. Selladura de válvulas <i>spill container</i>	86
		5.1.2. Instalación de empaques en tapas de <i>man hold</i>	87
		5.1.3. Limpieza de tanques.....	87
		5.1.4. Prueba de funcionalidad de tanque	89
	5.2.	Equipos de despacho	90
		5.2.1. Cambio de empaques metros.....	92
		5.2.2. Cambio de filtros.....	93
	5.3.	Tuberías	94
		5.3.1. Prueba de funcionalidad de tuberías	95
	5.4.	Manejo y recepción de productos con etanol	96
		5.4.1. Medición de tanques.....	96
		5.4.2. Verificación de producto en pipa de transporte.....	97
		5.4.3. Descarga de producto	98

5.5.	Notificación ante Ministerio de Energía y Minas para la autorización de despacho de combustibles con etanol	100
5.6.	Costos de limpieza de tanques y selladuras	102
5.7.	Costos cambio de empaques y filtros equipos de despacho..	102
5.8.	Costo pruebas de funcionalidad	103
5.9.	Costo total acondicionamiento	104
6.	BENEFICIOS AMBIENTALES DEL USO DE COMBUSTIBLES CON ETANOL.....	105
6.1.	Combustible renovable con productos agrícolas.....	109
6.2.	Disminución de gases dañinos para el medio ambiente	111
6.3.	Eliminación de aditivos nocivos para la salud humana	116
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES	119
	BIBLIOGRAFÍA.....	121
	APÉNDICES.....	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de las gasolineras de estudio	3
2.	Visión de la empresa.....	6
3.	Organigrama Puma Retail.....	9
4.	Etanol	13
5.	Producción de etanol.....	35
6.	Cultivos de caña de azúcar en Guatemala.....	36
7.	Hoja de inspección Puma Landívar.....	41
8.	Instalaciones gasolinera agencia	43
9.	Plano de gasolinera Puma Landívar	44
10.	Inspección de condiciones en gasolinera agencia	45
11.	Hoja de inspección gasolinera agencia	46
12.	Tanques y tuberías gasolinera agencia.....	47
13.	Instalaciones gasolinera CODO	48
14.	Plano de gasolinera Puma km 19 CES	49
15.	Inspección de condiciones en gasolinera CODO	50
16.	Hoja de inspección en gasolinera CODO.....	51
17.	Tanques y tuberías de gasolinera CODO	52
18.	Equipo de despacho gasolinera CODO	53
19.	Instalaciones gasolineras DODO	54
20.	Plano de gasolinera Puma Tikal Plus.....	55
21.	Tanques y tuberías en gasolinera DODO	56
22.	Hoja de inspección gasolinera DODO.....	58
23.	Equipos de despacho gasolinera DODO.....	59

24.	Tanques de doble pared	65
25.	Instalación de tanques de doble pared	67
26.	Sistema de monitoreo para tanques de combustible	69
27.	Especificaciones de monitor para tanques	71
28.	Tubería flexible	72
29.	Tubería flexible instalada	76
30.	Dispensador de tres mangueras	78
31.	Pastas para medición	82
32.	Equipo para limpieza de tanques	88
33.	Limpieza de tanques	88
34.	Prueba de funcionalidad en tanques	90
35.	Cambio de empaques para acondicionamiento	92
36.	Filtros para dispensadores de combustibles	93
37.	Tuberías del sistema	95
38.	Muestreo en pipa de transporte	97
39.	Notificación	101
40.	Tránsito vehicular en Guatemala	106
41.	Aprovechamiento de tierras para cultivo	108
42.	Biocombustibles	110
43.	Emisiones de CO ₂ per cápita en 2013	112
44.	Emisiones de CO ₂ por país en 2013	113

TABLAS

I.	Porcentajes de mezclas gasolina y etanol	34
II.	Producción anual por destilería en Guatemala	37
III.	Compatibilidad de materiales con el etanol	61
IV.	Costos de tecnología a implementar	84
V.	Costo de acondicionamiento en tanques	102

VI.	Costo de acondicionamiento en dispensadores	103
VII.	Costo de acondicionamiento por funcionalidad	103
VIII.	Costo total de acondicionamiento	104

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CO₂	Dióxido de carbono
°C	Grados centígrados
psi	Libra fuerza por pulgada cuadrada
m	Metro
mg/m³	Miligramo por metro cúbico
mm	Milímetro
ppm	Partículas por millón
%	Porcentaje

GLOSARIO

Cabezal	Vehículo de carga pesada, al cual se le puede adaptar un contenedor o carga.
Cacho	Válvula adaptada que se instala en la salida de la pipa para poder obtener una muestra del producto que contiene.
Combustible	Cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor.
Esterificación	Proceso por medio del cual se sintetiza un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol.
Flotilla	Número mayor de cinco unidades de transporte que una empresa posee para la distribución de productos.
Gasohol	Mezcla de gasolina y alcohol en distintas proporciones, para uso como combustible en motores de explosión diseñados para quemar derivados del petróleo.

MAGA	Siglas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala.
MARN	Siglas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala.
Octanaje	Escala que mide la capacidad antidetonante del carburante como la gasolina, cuando se comprime dentro del cilindro de un motor.
PEAD	Abreviación de polietileno de alta densidad.
Petróleo	Líquido natural aceitoso e inflamable, constituido por una mezcla de hidrocarburos que se extrae de lechos geológicos continentales o marítimos, mediante procesos de destilación, refinación y petroquímica.
Pipa	Estructura de acero inoxidable, con distintos compartimientos utilizada para el transporte de combustible líquido, la cual se puede remolcar por medio de un cabezal.
Poliamidas	Polímero que contiene enlaces de tipo amida que pueden ser naturales o sintéticas.
PVC	Abreviación de policloruro de vinilo.
Racores	Son piezas metálicas con o sin roscas internas en sentido inverso, que sirven para unir tubos.

Suministro	Abastecimiento de elementos que se consideren necesarios en una empresa para su funcionamiento.
Transesterificación	Proceso en el cual los ácidos se separan de la glicerina, pudiendo obtener biodiesel.

RESUMEN

Se realiza un estudio de acondicionamiento para el despacho de productos combustibles con etanol en gasolineras Puma. El estudio consiste en analizar las condiciones en las que se encuentran los tres tipos de instalaciones con los que trabaja esta empresa para determinar lo que hace falta para realizar el despacho de este producto, en cuanto a instalación, equipo y materiales específicos para combustibles con etanol.

En el primer capítulo se hace una presentación de la empresa Puma, donde se realiza el estudio; se da a conocer su historia, su ubicación, sus servicios y generalidades de su organización. Complementariamente, también se incluye información del etanol aplicado a la industrial de combustibles.

La legislación de hidrocarburos para el almacenamiento y suministros de productos combustibles con etanol constituyen el marco legal para la aplicación del estudio la cual se presenta en el capítulo dos.

En el tercer capítulo se agrupa toda la información extraída de la investigación de campo, que se enfoca en las características de las instalaciones de una gasolinera tipo agencia, tipo CODO y tipo DODO; especialmente, las diferencias entre los tanques, las tuberías y los equipos de despacho de cada una.

En el cuarto capítulo se describen las tecnologías que se desean implementar, para que las gasolineras tengan la capacidad de despachar productos combustibles con etanol.

En el quinto capítulo se establece el proceso de acondicionamiento que una gasolinera debe aplicar para poner combustibles con etanol a la venta; M incluye los costos promedio que se pueden generar con ello.

Por último, en el sexto capítulo, se comparten los beneficios ambientales del uso de combustibles con etanol; se considera la importancia de no contaminar más el medio ambiente y contribuir con el desarrollo sostenible del país.

OBJETIVOS

General

Establecer las condiciones y recursos necesarios para la adecuación de gasolineras Puma en el despacho de productos combustibles con etanol.

Específicos

1. Establecer cuáles son los requisitos que la legislación de hidrocarburos demanda para el almacenamiento y despacho de productos combustibles con etanol en Guatemala.
2. Investigar las instalaciones existentes de tres gasolineras estándar para determinar la compatibilidad con los combustibles con etanol.
3. Estudiar las tecnologías que se deben implantar para la adecuación de una gasolinera en el despacho de combustibles con etanol.
4. Determinar los costos del proceso de acondicionamiento de gasolineras para el despacho de productos combustibles con etanol.
5. Establecer un proceso de acondicionamiento en tanques, tuberías y equipos para el despacho de productos combustibles con etanol en gasolineras estándar.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación se enfoca en las condiciones, tecnológicas y de infraestructura, que debe cumplir una gasolinera para el despacho de combustibles con etanol.

En la actualidad, los biocombustibles tienen un auge cada vez más grande en la industria; sin embargo, en Guatemala no se ha enfocado hacia el consumidor final o consumidor al detalle, el cual es un mercado bastante amplio, convirtiéndose en una excelente oportunidad para explotar dicha demanda.

Se establecen cuáles son los requisitos de la legislación de hidrocarburos para despachar combustibles con etanol. Se investigan tres gasolineras Puma seleccionadas por la empresa dentro del departamento de Guatemala para conocer las instalaciones con las que cuenta un sitio estándar. También, se estudian las tecnologías que se deben implementar para adecuar las gasolineras y de ese punto partir para proponer la implementación de nuevas tecnologías. Con esta investigación se establece un proceso de acondicionamiento el cual será posible aplicarlo a cualquier gasolinera para el despacho de combustibles con etanol.

Durante el estudio se analizan los costos del acondicionamiento; se deja una base para cotizar con los proveedores que puedan realizar dicho acondicionamiento.

1. ANTECEDENTES GENERALES

El abastecimiento de combustibles y lubricantes es un sector comercial importante, debido a que tiene un alto impacto en la economía, el desarrollo y en el medio ambiente a nivel mundial. Este producto es utilizado para el funcionamiento de vehículos de todo tipo, aviones, maquinaria pesada y equipos industriales, entre otros.

A lo largo de la historia, la industria petrolera se ha convertido en una buena oportunidad de inversión y la comercialización de sus productos es uno de los negocios más rentables por su creciente demanda. Sin embargo, la preocupación por la contaminación del medio ambiente, relacionado a la utilización de este producto, ha generado interés por desarrollar nuevas tecnologías en el proceso de extracción, distribución, almacenamiento, etc., así como energías renovables y amigables con el medio ambiente.

Como parte de este capítulo se da a conocer la descripción general de la empresa en donde se realiza la investigación, las bases de la organización y su estructura organizacional, así como algunas generalidades del etanol, que es el producto sobre el cual se basa el estudio.

1.1. Descripción general de la empresa Puma

Puma es una empresa global de energía que suministra combustibles de calidad e invierten en infraestructura innovadora en su gremio. Gracias a su sistema de suministro global integrado, entrega combustibles de alta calidad en todo el mundo de manera segura, rápida, confiable y a un precio competitivo.

Una de sus estrategias es entrar en mercados donde la demanda de combustibles es creciente, trabajando en estrecha colaboración con empresarios locales, comunidades, organizaciones financieras y departamentos gubernamentales para ayudar a crear un ambiente donde el mercado independiente pueda desarrollarse.

Los programas de excelencia operacional forman parte del modelo empresarial preferido por Puma, porque de esta forma pueden trabajar con socios y empresarios locales que contribuyen al desarrollo y promoción de una marca de calidad. Además de las estaciones directamente administradas, tienen redes operadas por detallistas y contratos de franquicias. Proveen su experiencia en el reemplazo de marcas y en las operaciones de estaciones de servicio modernas mediante un diseño de avanzada.

Cuenta con un equipo minorista dedicado a la capacitación y apoyo técnico en asuntos de mercadeo, administración, seguridad local y mantenimiento, el cual ofrece a sus socios y empresarios.

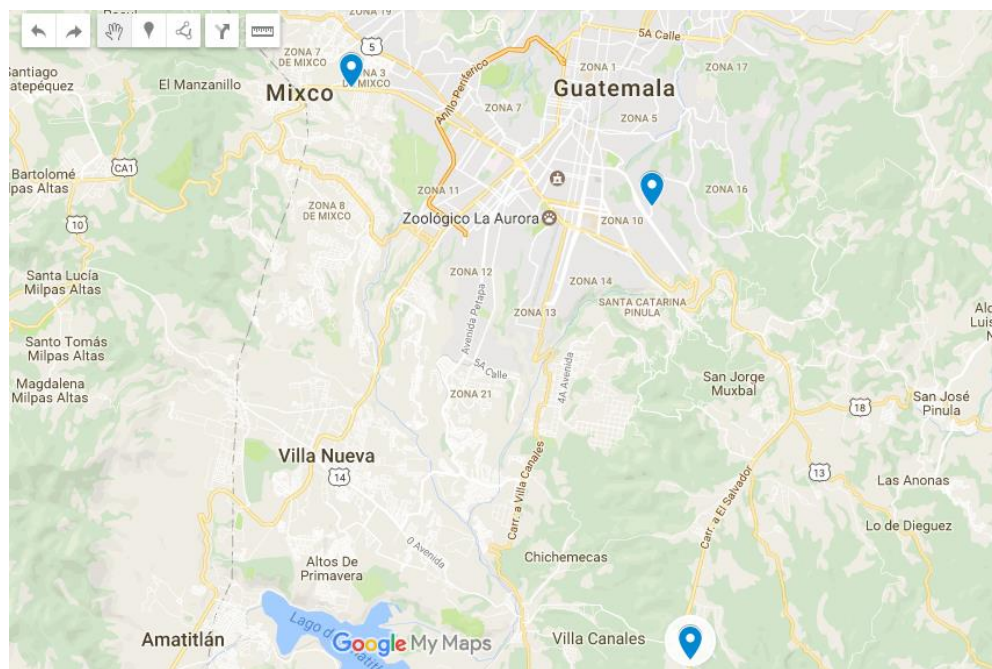
1.1.1. Ubicación

En Guatemala, la empresa opera una red de venta minorista en expansión de 206 estaciones de servicio, tiene cuatro terminales: dos en Puerto San José, una en Puerto Santo Tomás y la terminal de asfalto adquirida en junio de 2013. La terminal más nueva se encuentra en Zolic, Santo Tomás de Castilla y tiene capacidad de 55 000 m³, diseñada con el fin de facilitar las importaciones y exportaciones en América Central.

Considerando las condiciones de las gasolineras, la empresa ha decidido que el estudio se realice en las siguientes tres ubicaciones:

- Puma km 19CES: km 19 carretera a El Salvador, Fraijanes.
- Puma Landívar: bulevar Rafael Landívar, arriate central Vista Hermosa, Zona 15.
- Puma Tikal Plus: calzada Roosevelt, 7-64, zona 7.

Figura 1. **Ubicación de las gasolineras de estudio**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Historia

La Compañía General de Combustibles fue fundada en 1920 para transportar y comercializar crudo y sus subproductos en Argentina. Al finalizar la década, esta empresa fue creciendo hasta operar sus propias estaciones de servicio bajo la marca Puma.

A lo largo de los años, la marca Puma experimenta un importante crecimiento en Argentina, ganando popularidad y expandiendo la red de sitios minoristas a más de 180 servicios. Debido al éxito alcanzado, la empresa decide explorar la posibilidad de cruzar fronteras y establecen estaciones de servicio Puma en Ecuador.

Para 1994 Puma se fusionó con dos compañías locales y forman una nueva red de estaciones de servicio llamada Eg3, esto resulta en la construcción de otras veinte estaciones de servicio en Argentina y la renovación de la imagen corporativa.

La compañía Trafigura compra los derechos a la marca Puma en 1997, inaugurando una nueva fase de desarrollo para Puma. A los clientes de Argentina y Ecuador, se les ofrece el acceso a las nuevas estaciones de servicio de Puma Energy.

Puma ingresa a Centroamérica en 1997 con el objetivo de desarrollar una red completa e independiente de almacenamiento de productos petroleros y de instalaciones de distribución para estos países. Con el tiempo, Puma ha expandido su concepto original a otros continentes y ha logrado operar en más de 45 países en todo el mundo.

1.1.3. Servicios

En Guatemala, introducen diesel con contenido de azufre ultrabajo, ULSD, con tan solo 50 ppm, comercializado bajo la marca ION Puma Diesel que está disponible en 14 estaciones de servicios ubicados estratégicamente. Se cuenta con establecimientos de conveniencia identificados con la marca Super 7 y se ha creado una alianza estratégica con Castrol.

Se gestionan combustibles diferenciados formulados con aditivos para mejorar el rendimiento bajo la marca Maxxima, así como lubricantes Puma Maximum Power.

Se vende gasolina de aviación y de Jet A1 a clientes comerciales y de aviación general, procurando mantener a lo largo de los años, buena relación de negocios con las mayores aerolíneas en el país, buscando siempre satisfacer sus necesidades en calidad y costo.

Debido a la inversión en terminales de almacenamiento de primera calidad, la empresa adquiere la capacidad de ofrecer la máxima seguridad en el suministro y la mejor gestión de la calidad del combustible que distribuye en todos los países en los que opera.

1.2. Bases de la organización

Se promueve una cultura ágil y emprendedora que permite estar bien posicionados para adaptarse fácilmente a los retos que se presenten y crecer, no sólo en el mercado local, sino globalmente. Puma es una empresa de éxito debido a que su gestión siempre va de acuerdo con principios sólidos, el entorno corporativo sirve de base para la consecución de objetivos, fomentando las mejoras prácticas que ayudan a cumplir con los estándares internacionalmente reconocidos.

1.2.1. Visión

En la visión de la empresa fue creada a nivel global enfocada no sólo a la calidad del producto, sino apoyando el desarrollo y la calidad humana. La visión de la empresa es la siguiente:

Figura 2. **Visión de la empresa**



Fuente: datos obtenidos de la empresa Puma.

1.2.2. Valores

Los valores que se promueven en la empresa están enfocados en sus clientes, empleados, desempeño y responsabilidad social.

- **Clientes:** ayudar a más de 4 000 clientes y empresas a crecer y prosperar, utilizando un modelo de negocio simple y consistentemente eficaz. Se les suministra combustibles de alta calidad de manera segura, rápida, fiable y a un precio justo. Al trabajar en actividades integradas, se logra economías de escalas significativas y eficiencias operativas que se transforman en costos competitivos, riesgo administrado, suministro asegurado y entrega perfecta para los clientes de Puma.

- Empleados: enorgullecer a los empleados de la calidad profesional de su trabajo, animándoles para alcanzar la excelencia en todo lo que se hace. Se replican los enfoques exitosos en los mercados locales y se comparten a través de las fronteras nacionales.
- Desempeño: la cultura empresarial incentiva el crecimiento rápido. A medida que se crece, se desarrollan nuevos enfoques para la gestión del rendimiento. Se busca la expansión del negocio a medida que crece la reputación de flexibilidad y fiabilidad.
- Responsabilidad social: compromiso para operar el negocio de manera responsable, segura y ética. Se protege a los empleados, medio ambiente y comunidades en las que operan, de los impactos adversos causados en las actividades operativas. Se toma un enfoque a largo plazo para la toma de decisiones, priorizando la integridad y honestidad, además de invertir en la formación y apoyo de muchas iniciativas sociales y medioambientales.

1.2.3. Objetivos

De acuerdo a los intereses corporativos de la empresa, se han planteado los siguientes objetivos:

- Respaldar una empresa multinacional orientada a los resultados y centrada en el crecimiento.
- Maximizar la flexibilidad operativa fomentando un enfoque de gestión centralizado transigente que capacita a los individuos a nivel local.

- Promover la transparencia y rendición de cuentas en todos los aspectos.

1.3. Estructura organizacional

Puma dirige a más de 7 700 empleados mediante su red de oficinas en cada continente; procura facultar a los empleados locales para que gestionen las empresas desde la estructura.

Proporciona a los gerentes regionales la flexibilidad para responder directamente a los clientes y accionistas, pero llevan a cabo una estricta supervisión mediante sistemas informáticos eficientes, informes y auditorías internas de las actividades operativas.

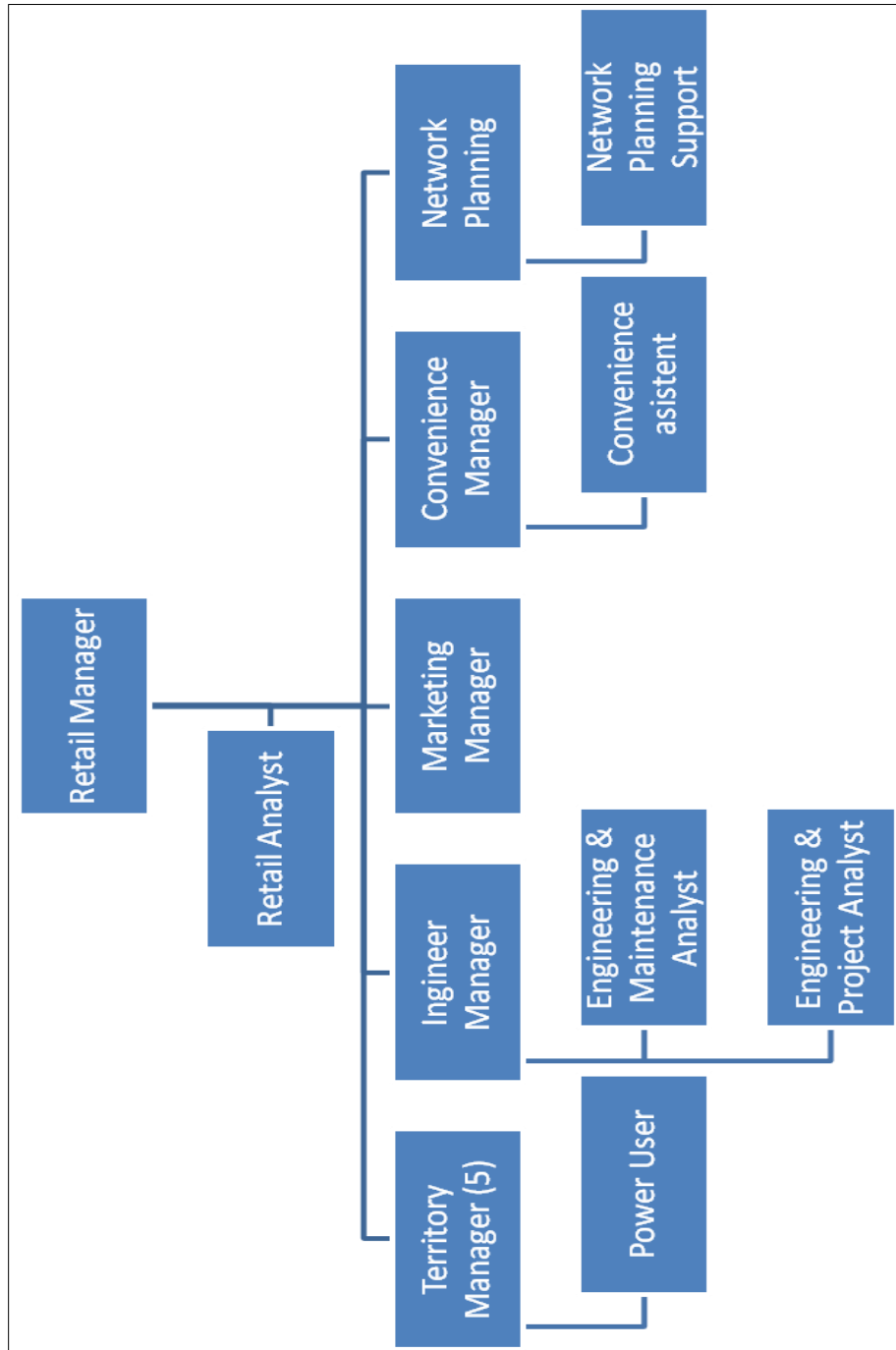
Aunque en su mayoría, las decisiones comerciales y operativas se toman en el ámbito regional o local, la dirección estratégica fundamental está centralizada.

Las estructuras jerárquicas simples y funcionales crean una cultura dinámica agilizando la toma de decisiones, ya que todos los empleados conocen bien sus funciones y responsabilidades gracias al uso de documentos sobre Delegación de autoridad. La claridad incrementa así mismo la transparencia, reduciendo a su vez las probabilidades de que se desarrollen o arraiguen prácticas comerciales peligrosas física y financiera.

1.3.1. Organigrama

De acuerdo a la estructura organizacional simple y funcional que la empresa promueve, en la siguiente figura se muestra el organigrama que se identifica en el Departamento Retail.

Figura 3. Organigrama Puma Retail



Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Descripción de puestos

A continuación se presenta la descripción de los principales puestos del Departamento Retail:

- *Retail manager*: reporta al director general de la empresa; su función engloba un aspecto estratégico para la gerencia de ventas, gestiona los procesos logísticos, los puntos de venta y estudia las posibilidades de expansión.
- *Retail analyst*: reporta a la gerencia de ventas; su función es el análisis del comportamiento de la oferta y la demanda de combustibles a nivel local y global.
- *Territory manager*: reporta a la gerencia de ventas; su función principal es el control de cumplimiento de leyes, políticas y estrategias de todos los puntos de ventas en la región asignada
- *Engineer manager*: reporta a la gerencia de ventas; su función principal es el control del estado físico de las estaciones de servicio. Se encarga de asignar los mantenimientos para la reducción de riesgos operativos y la administración de proyectos.
- *Marketing manager*: reporta a la gerencia de ventas; su función principal es el mercadeo de la empresa a nivel local.
- *Convenience manager*: reporta a la gerencia de ventas; su función principal es la atención al cliente, las ventas directas y el control de la distribución.

- *Network planning*: reporta a la gerencia de ventas; su función principal es el soporte en la planificación y control de redes.

1.3.3. Responsabilidades

De acuerdo al puesto que una persona ocupe dentro de la empresa, se adquieren diversas responsabilidades, tales como:

- *Retail manager*: participación activa en la elaboración de políticas comerciales. Desarrollo de estrategias de venta, logística y finanzas. Correcta administración de recursos asignados a su departamento. Aplicación de políticas y estrategias planteadas. Elaboración de informes mensuales y anuales de su gestión para la corporación.
- *Retail analyst*: elaboración de reportes sobre el análisis de las ventas mensuales a nivel local, diagnóstico de ventas, análisis de los estudios de mercado y financieros.
- *Territory manager*: elaboración de reportes de estado de los puntos de venta, validación de licencias y permisos de base legal e intermediar entre empresa y franquicias.
- *Engineer manager*: tiene bajo su cargo a ingenieros analistas de mantenimiento y proyectos. Lleva el control de los mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones de servicio y de la flota de distribución. Gestiona los proyectos de construcción de nuevas estaciones, de adaptación de nuevas tecnologías y de mejoras estructurales.

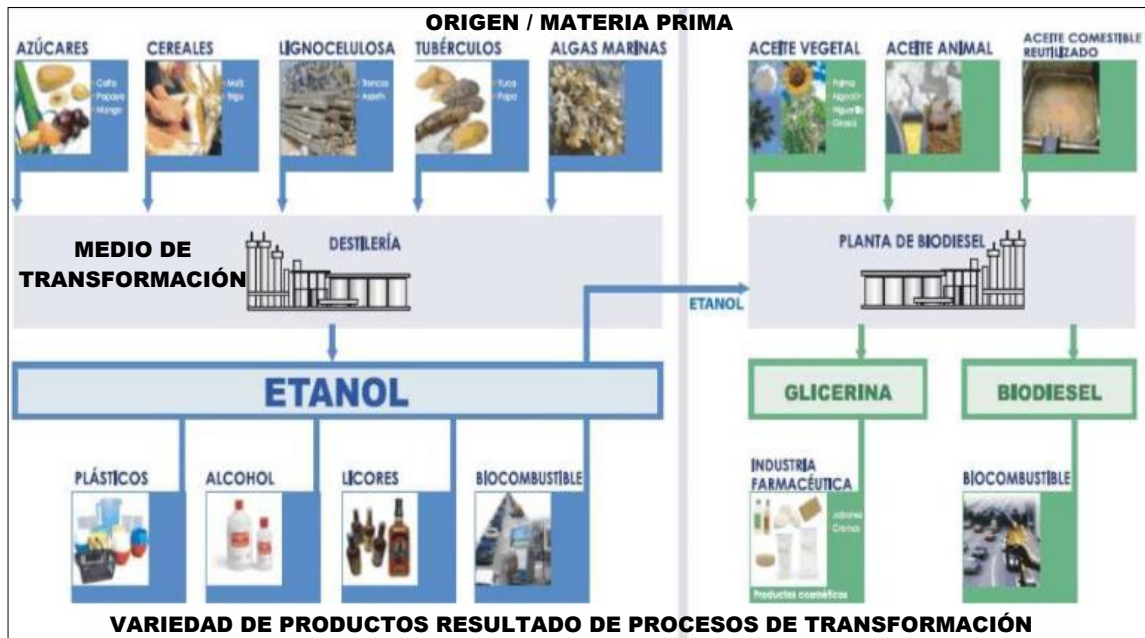
- *Marketing manager*: crear las estrategias de mercadeo para la empresa a nivel local, realizar estudios de mercado, verificar los medios de publicidad local disponibles y estudiar la competencia local, posibilidades de expansión local, aceptación de marca e imagen corporativa.
- *Convenience manager*: realiza los reportes de ventas diarios, reporte de reclamos, anomalías en el servicio de distribución y cobros. Bajo su responsabilidad trabaja la *convenience asistent*.
- *Network planning*: se encarga de dar el soporte técnico necesario para la planificación de redes, mantiene actualizado el sistema, capacita a los usuarios, estudia nuevas tecnologías y aplicaciones para la optimización del sistema.

1.4. Etanol

También se le conoce como alcohol etílico y es un líquido incoloro, volátil, inflamable, que contiene un elevado calor latente de vaporización. Se puede obtener de manera natural a través del proceso de fermentación de levaduras a partir de frutas, caña de azúcar, maíz, cebada, sorgo, papas y arroz, entre otros. Después de la fermentación puede llevarse a cabo una destilación para obtener un producto con mayor cantidad de alcohol y menor de agua.

Industrialmente, el etanol puede utilizarse para la obtención de acetaldehído, vinagre, butadieno, cloruro de etilo y nitrocelulosa. Se utiliza también en mezclas anticongelantes, como combustible, como antiséptico en cirugía o como materia prima en síntesis y en la preservación de especímenes fisiológicos y patológicos.

Figura 4. Etanol



Fuente: Wikipedia. *Origen del etanol*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Etanol_\(combustible\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Etanol_(combustible)).

Consulta: 4 de noviembre de 2017.

Debido a su composición química, que contiene un menor porcentaje de oxígeno y mayor de carbono, se asemeja más a las gasolinas aunque es más ligero que la mayoría de hidrocarburos que componen la gasolina, pero su densidad es mayor.

Se ha extendido su uso como aditivo para oxigenar la gasolina normal, reemplazando productos como el Éter Metil Tert-Butílico, más conocido como MTBE. El creciente interés por el uso del Etanol es debido a que reduce el impacto medioambiental del combustible y del MTBE; al sustituirlos por etanol, se evita la contaminación de suelos, aguas subterráneas y de la atmósfera.

Existen cinco destilerías en Guatemala que producen etanol, se cuenta con una capacidad instalada de 790 millones de litros al día, lo cual acumula un aproximado de 180 000 000 de litros al año, del cual se exporta aproximadamente el 80 % a Europa y Estados Unidos, principalmente.

1.4.1. Tipos de etanol

De acuerdo a su composición, hay etanol anhídrido y etanol hidratado.

- El etanol anhídrido contiene aproximadamente 0,5 % de agua; se requiere de un proceso adicional de destilación para remover la mayoría de agua del combustible y se utiliza mezclado con gasolinas de origen fósil.
- El etanol hidratado puede contener hasta un 5 % de agua; proviene directamente de la torre de destilación y se puede utilizar puro en vehículos adaptados para este tipo de combustible.

El etanol carburante, que es una mezcla de etanol anhídrido y gasolina, es un combustible con octanaje muy alto; cuando se mezcla etanol con la gasolina, el octanaje de la gasolina aumenta hasta tres unidades, sin usar aditivos dañinos para la salud como el actual oxigenante MTBE.

1.4.2. Etanol como combustible

Al utilizarse como combustible, el etanol puede ser puro o mezclado con gasolina en proporciones variadas, dependiendo del motor en el cual se va a emplear. En Guatemala, se han realizado propuestas para iniciar con E10 que

es una mezcla de 10 % etanol y 90 % gasolina, para garantizar que ningún automóvil del parque vehicular tenga problemas.

Un motor normal, sin modificaciones, puede trabajar con mezclas de hasta 22 % de etanol. A nivel mundial, ya se han creado autos con motores modificados para que puedan trabajar hasta con un 100 % de etanol.

1.4.3. Mezclas de etanol con combustibles

Se le llama gasohol a la mezcla de 90 % de gasolina con 10 % de etanol, pero también se utiliza en general para referirse a las mezclas con bajos contenidos de alcohol, que usualmente no excede al 22 % de alcohol. Este porcentaje es limitante debido a que el motor, el sistema de inyección y otros sistemas de un vehículo, pueden ser afectados debido a las propiedades químicas del alcohol, especialmente a las propiedades corrosivas. Es decir, si se quiere manejar un vehículo con porcentajes mayores de etanol, este debe ser modificado y cambiar algunas piezas o revestirlas con aleaciones compatibles al etanol.

Las mezclas de etanol con combustibles se suele identificar con una E mayúscula proseguido del porcentaje de etanol en la mezcla, de la siguiente forma:

- E5-E10: mezcla de gasolina con etanol entre 5 % y 10 %. Es el más común y más utilizado, en países como Canadá, Colombia, Argentina, India, Costa Rica, Jamaica y Suecia su uso es de forma obligatoria.

- E15: mezcla de gasolina con 15 % de etanol; este es el límite recomendado por los fabricantes de automóviles para que estos no sufran daños en su sistema debido a las propiedades del alcohol.
- E20-E25: mezcla de gasolina con Etanol entre 20 % y 25 %; varios estudios han demostrado que los automóviles modelos 2 000 en adelante pueden funcionar sin problemas con etanol en estos porcentajes. En Brasil, la mezcla obligatoria es E22.
- E70-E85: mezcla de gasolina con etanol entre 70 % y 85 %; este se utiliza en vehículos modificados y en regiones donde las temperaturas de invierno normalmente llegan a ser inferiores a 0 °C para evitar problemas con el arranque del motor en frío.
- E100: es el etanol puro y solo puede ser utilizado en vehículos de la línea Flex o vehículos modificados específicamente para la combustión con este producto.

1.4.4. Compatibilidad de materiales con etanol

El etanol es un alcohol que puede ser agresivo hacia los metales y elastómeros por su propia acción, o bien por su cantidad de agua; normalmente, el etanol contiene agua que puede afectar a la solubilidad de los contaminantes o ser una fuente de corrosión.

De la producción de etanol puede surgir el ácido acético como contaminante, que es soluble en agua y corroe rápidamente diversos componentes del sistema del combustible.

El uso de magnesio no está recomendado ya que no reacciona favorablemente, en el caso del aluminio también sufre su corrosión, aunque más lentamente.

Es principalmente crítico el vapor del alcohol, ya que la velocidad de corrosión es mayor y el producto resultante puede ser hidróxido de aluminio; un precipitado que obtura los filtros de combustible en concentraciones de 0,1 mg/m³ de hidróxido de aluminio son el límite para un correcto funcionamiento de los filtros hasta unos 40 000 km y causa problemas en los inyectores del motor.

Cuando el fluido permanece inmóvil, la corrosión es menor, por este motivo debe usarse una aleación de aluminio niquelado u otros elementos para proteger el motor. Las aleaciones de zinc, latón o cobre tampoco se recomiendan.

Los metales para ser usados con etanol son el acero y aleaciones. El acero al carbón común es uno de los metales que se ven menos afectados por el etanol puro. En cambio el acero galvanizado no debe usarse ya que se deshace y contamina el combustible. Si el etanol contiene más de un 5 % en volumen de agua y otros iones, se produce oxidación fácilmente y la solución debe ser recubrir el aluminio con cromo, cadmio, níquel o anodizados.

El acero inoxidable es el metal con menos afectación por el etanol y las aleaciones comerciales óptimas son la 304 y 409.

Para los elastómeros el etanol es mucho menos agresivo que otros alcoholes como el metanol. Ejemplos de buena aceptación son las siliconas fluoradas, neopreno y la goma natural. También, el teflón y el nylon son buenos materiales. Un material utilizado es el polietileno de cadena cruzada. Por el

contrario, las fibras de vidrio deben ser especialmente diseñadas para soportar el efecto de desgaste y erosión del etanol; si se trata de fibra de vidrio común seguramente no servirá.

Las poliamidas se endurecen, diversos plásticos laminados se ablandan y ceden, y el poliuretano tiende a agrietarse y fracturarse. Las mejores uniones se realizan con racores roscados utilizando cinta y juntas de teflón.

Para ciertos aceites lubricantes, el etanol reacciona con los aditivos que incorporan los aceites, perdiendo los lubricantes sus propiedades. Por esto los fabricantes de aceites han desarrollado lubricantes y filtros compatibles con etanol.

2. MARCO LEGAL

Es importante que países como Guatemala empiecen a producir y utilizar combustibles renovables, como parte de una política energética con una visión a largo plazo, para lograr obtener todos los beneficios del uso de combustibles renovables y enfocarse hacia el desarrollo sostenible.

Para avanzar en el cambio hacia una sociedad con mejores condiciones medioambientales, es necesario que el uso del etanol sea legislado, reglamentado y monitoreado para que los consumidores reciban el producto con especificaciones correctas. Ya en otros países se han establecido leyes que permiten la mezcla de gasolina con etanol hasta en un 20 %, por ser lo que un automóvil puede utilizar sin tener que hacer modificaciones al motor, que favorece el uso de biocombustibles amigables con el medio ambiente y que optimizan el rendimiento de los vehículos.

Una entidad que promueve la producción y uso del etanol, así como del biodiesel en Guatemala, es la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala, ACR. Instituciones como esta se encargan de educar a la población respecto a los aspectos ambientales, económicos y sociales del uso de combustibles renovables dándoles a conocer los beneficios que estos ofrecen.

Con instituciones como esta, los académicos, investigadores, ambientalistas, productores e inversionistas que estén interesados en la promoción de combustibles renovables en el país, pueden adquirir la información necesaria.

2.1. Legislación de hidrocarburos para el almacenamiento y suministro de productos combustibles con etanol

La actividad de importación, distribución y comercialización de productos combustibles con etanol en Guatemala está regulada mediante ciertas leyes y reglamentos, entre los cuales están:

- Ley de comercialización de hidrocarburos, decreto número 109-97.
- Reglamento de la ley de comercialización de hidrocarburos, Acuerdo Gubernativo número 522-99.
- Ley de alcohol carburante, Decreto número 1785.
- Reglamento de la ley del alcohol carburante, AG 420-85.

El Ministerio de Energía y Minas, MEM, es el ministerio del Gobierno de Guatemala encargado de atender lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción, distribución y comercialización de la energía y de los hidrocarburos, así como la explotación de los recursos mineros.

Sin embargo, también hay aspectos en los cuales debe intervenir el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, ya que le corresponde formular y ejecutar las políticas concernientes a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país; debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

Ambos ministerios intervienen para que se cumpla con las normas de seguridad, la protección del medio ambiente, la calidad, los volúmenes y los pesos de despacho en lo concerniente a las actividades que conllevan a la comercialización de hidrocarburos.

2.1.1. Ley de comercialización de hidrocarburos

Esta ley fue decretada en 1997 por el Congreso de la República de Guatemala, con el objeto de:

- Propiciar el establecimiento de un mercado de libre competencia en materia de petróleo y productos petroleros, que provea beneficios máximos a los consumidores y a la economía nacional.
- Agilizar los procedimientos relativos a las autorizaciones y funcionamiento de las diversas actividades que conllevan la refinación, transformación y la comercialización de petróleo y productos petroleros.
- Velar por el cumplimiento de normas que protejan la integridad física de personas, sus bienes y el medio ambiente.
- Establecer parámetros para garantizar la calidad, así como el despacho de la cantidad exacta del petróleo y productos petroleros.

Si una persona quiere participar en las actividades de refinación, transformación y comercialización de petróleo y productos petroleros, es necesario que cumpla con esta ley y con su reglamento, estando consciente de que debe permitir que los inspectores, funcionarios, asesores y expertos

autorizados por el Ministerio de Energía y Minas, tengan libre acceso y facilidades para inspeccionar papelería, instalaciones y equipos.

En cada uno de los capítulos de esta ley se especifican los requisitos para la importación, exportación, refinación, transformación, almacenamiento y transporte de este tipo de productos.

También, se incluyen los requisitos para las estaciones de servicios y expendios de GLP, licencias y renovaciones tomando en cuenta la vigencia de cada uno. La ley da a conocer todo lo concerniente a las infracciones y sanciones que pueden surgir y aplicarse, así como aspectos de protección del medio ambiente, dejando por último algunas disposiciones complementarias y transitorias.

2.1.1.1. Tanques para almacenamiento de combustibles

En la cadena de producción y distribución de hidrocarburos, el almacenamiento es uno de los elementos que requieren de mayor cuidado porque una serie de requisitos de seguridad y especificaciones técnicas que se deben cumplir. Para transportar y almacenar combustibles antes de su despacho o utilización, se utilizan tanques con ciertas características para que no afecte el producto que contienen, ni que puedan ser afectados por él.

Hay diferentes normas aplicables a los tanques para almacenamiento de combustibles, entre las cuales se tienen las ASTM, API y NFPA, referentes a los materiales que se deben utilizar para su construcción, características compatibles con hidrocarburos y seguridad en construcción, operación y mantenimiento.

Por ejemplo, de acuerdo a las normas API, para que los tanques sean aptos para almacenar a la mayoría de productos producidos en una refinería, la presión interna a la que los tanques pueden llegar a estar sometidos es de 15 psi, con una temperatura máxima de 90 °C.

En Guatemala, la Ley de comercialización de hidrocarburos especifica que es necesario solicitar una licencia para el almacenamiento de petróleo o productos petroleros, de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Depósito: ya sea de petróleo y productos petroleros para el consumo propio o para venta, debe tener como mínimo tanques de almacenamiento cuya capacidad en conjunto corresponda a la categoría A, sistema de tuberías de carga y descarga, área de recolección y tratamiento de afluentes y derrames de productos, área de carga y descarga de unidades de transporte, oficinas administrativas, así como laboratorio.
- Planta: en la cual se almacena petróleo y productos petroleros para el consumo propio o para la venta con tanques de almacenamiento cuya capacidad en conjunto corresponda a la categoría B, sistema de tuberías de carga y descarga, área de recolección y tratamiento de afluentes y derrames de productos, área de carga y descarga de unidades de transporte, oficinas administrativas y laboratorio.
- Terminal: para el almacenamiento de petróleo y productos petroleros para el consumo propio o para la venta con tanque de almacenamiento cuya capacidad en conjunto corresponda a la categoría B, sistema de tuberías de recepción marítimas, trasiego y despacho, área de recolección y tratamiento de afluentes y derrames de productos, área de

carga y descarga de unidades de transporte, oficinas administrativas y laboratorio.

Para la licencia se requiere la documentación de ley, descripción general del proyecto; planos de ubicación, instalación, instalaciones eléctricas, detalles técnicos, medidas de seguridad; diagrama simplificado de la red de recepción, almacenaje, despacho o consumo del petróleo o productos petroleros; programa de desarrollo del proyecto por fases, en cuanto a diseño, adquisición de equipo y materiales de construcción, pruebas de funcionamiento y etapas de puesta en operación; así como especificaciones técnicas y de seguridad.

Algunas especificaciones para tanques de almacenamiento en cuanto a la seguridad ambiental e industrial, la Ley de comercialización de hidrocarburos establece lo siguiente:

- Los tanques que correspondan a una nueva instalación o una modificación por ampliación o sustitución, deben ser nuevos, de doble pared o de metal con recubrimiento de fibra de vidrio o metal con pintura de base asfáltica.
- Los tanques deben instalarse dentro de fosas impermeabilizadas, rodeados de arena seca de río, la parte superior de cada tanque estará a la profundidad de un metro respecto al nivel del suelo.
- Solo se autoriza la instalación de tanques superficiales de almacenamiento, cuando las condiciones del terreno, nivel freático, diseño y construcción lo justifiquen, siempre que cumpla con todas las medidas de seguridad establecidas para ello.

- Los tanques subterráneos deben someterse a pruebas de funcionalidad de acuerdo a las normativas establecidas para ello, si no cumple con la prueba de funcionalidad, se pone fuera de servicio inmediatamente, hasta que demuestre que cumple con las mismas.
- La construcción e instalación de tanques, debe realizarse por personas con amplio conocimiento y experiencia en materiales, técnicas modernas de seguridad industrial y ambiental para este tipo de actividad.
- Cada tanque o conjunto de tanques superficiales para almacenar petróleo y productos petroleros, debe rodearse de paredes, muros o diques que permitan contener el volumen del tanque de mayor capacidad, más el 10 % de la capacidad del resto de tanques.
- La superficie delimitada por las paredes, muros o diques de contención para los tanques, debe ser de un material que no permita la filtración y contaminación del suelo, por parte de los productos derramados.

2.1.1.2. Tuberías para productos combustibles

Las tuberías son contenedores cilíndricos de doble contención, con diferentes diámetros y espesores, que se instalan desde los tanques de almacenamiento hasta los surtidores, utilizados para la conducción de productos combustibles.

Para evitar la corrosión de tuberías, es necesario establecer el tipo de protección que se instalará para ello. Antes de instalarlas, deben estudiar que sean de las dimensiones correctas, no sólo por funcionalidad, sino de acuerdo a las normas y leyes establecidas para dichas tuberías.

Algunas especificaciones en cuanto a la seguridad ambiental e industrial, la Ley de comercialización de hidrocarburos establece lo siguiente:

- Las tuberías que correspondan a una nueva instalación o modificación por ampliación o sustitución, deben ser nuevos, de doble pared o de metal con recubrimiento de fibra de vidrio o metal con pintura de base asfáltica.
- Las tuberías de ventilación de los tanques, deben alcanzar una altura mínima de un metro sobre el nivel más alto de las construcciones inmediatas a las mismas, y no menor de tres metros de altura respecto al nivel del suelo, evitando su instalación próxima a edificaciones habitables.
- Las tuberías conexas deben someterse a pruebas de funcionalidad de acuerdo a las normativas establecidas para ello, si no cumple con la prueba de funcionalidad, se pondrá fuera de servicio inmediatamente, hasta que demuestre que cumple con las mismas.
- La construcción e instalación de tuberías y accesorios, debe realizarse por personas con amplio conocimiento y experiencia en materiales, técnicas modernas de seguridad industrial y ambiental para este tipo de actividad.

2.1.1.3. Medidas de seguridad ambiental e industrial

La Ley de comercialización de hidrocarburos ha establecido algunas medidas de seguridad, ambiental e industrial, que se deben conocer y aplicar al

construir instalaciones para actividades de refinación, transformación y comercialización de petróleo y productos petroleros, entre estas se tienen las siguientes:

- Estas instalaciones no deben ubicarse dentro de áreas urbanas, ni a menor distancia de 1 000 m de: perímetros urbanos, establecimientos educativos debidamente autorizados, fábricas, almacenes o venta de pólvora, salitre y productos pirotécnicos, a partir de sus linderos.
- Ninguna instalación destinada a almacenar más de 40 000 galones americanos de grasas y aceites lubricantes, debe instalarse dentro de áreas urbanas ni a menor distancia de 200 m de perímetros urbanos, establecimientos educativos debidamente autorizados, fábricas, almacenes o venta de pólvora, salitre y productos pirotécnicos, a partir de sus linderos.
- Ningún depósito de GLP para la venta a granel o envasado en cilindros portátiles, cuya capacidad de almacenamiento sea menor o igual a 10 000 galones americanos o expendio de GLP envasado en cilindros metálicos portátiles categoría 3, debe instalarse dentro de áreas urbanas, ni a menor distancia de 500 m de perímetros urbanos, establecimientos educativos debidamente autorizados, de fábricas, almacenes o venta de pólvora, salitre y productos pirotécnicos, a partir de sus linderos.
- Ninguna estación de servicio, expendio de GLP para uso automotor, expendio de GLP envasado en cilindros metálicos portátiles categoría 1 y 2 o depósito para consumo propio categoría A, debe instalarse a menos de 100 m de establecimientos educativos debidamente autorizados y de fábricas, almacenes o ventas de pólvora, salitre y

productos pirotécnicos, medidos a partir de los linderos del área de tanques o cilindros de almacenamiento que posean.

- Los terrenos donde se instalarán estaciones de servicio y expendios de GLP tendrán, frente a calles o avenidas, las dimensiones necesarias para permitir que las unidades automotores se abastezcan de combustibles dentro de los linderos del terreno y con el mismo propósito, los surtidores o bombas de despacho deben ubicarse dentro del mismo terreno, como mínimo a 3 m de distancia de los linderos adyacentes a calles o avenidas.
- Los terrenos donde se realicen operaciones relacionadas con la comercialización de petróleo y productos petroleros, deben tener las dimensiones necesarias para que se realicen dentro del mismo las operaciones de carga o descarga de las unidades de transporte.
- La ubicación y las dimensiones de los tanques, equipo principal y equipo auxiliar, así como la distancia entre cada uno de estos elementos, y la distancia a linderos y edificaciones, se regirán por las especificaciones de ASTM, API, NFPA, y a otras entidades de reconocido prestigio internacional, relacionadas con la seguridad industrial y ambiental en materia de hidrocarburos.

Lo indicado en los primeros tres puntos anteriores, no aplica en zonas francas, áreas, zonas o parques industriales establecidos por la autoridad competente. Complementariamente, con el propósito de prevenir y combatir incendios, es necesario que se cumpla con los requerimientos mínimos siguientes:

- Para estaciones de servicio, expendios de GLP para uso automotor y depósitos de petróleo y productos petroleros.
 - Un extintor tipo ABC, en condiciones aptas, capacidad de 20 libras, ubicado a una altura comprendida entre 1,2 y 1,5 metros, libre de obstáculos, en cada área de tanques de almacenamiento, sala de ventas, bodega y otras de importancia; así como 2 extintores del mismo tipo por cada 3 bombas de despacho, en las respectivas islas, debiendo revisar la carga de los mismos cada 3 meses.
 - Un chorro o toma de agua, como mínimo, por cada isla de bombas de despacho y en otras áreas de importancia.
 - Un recipiente que contenga bolsas llenas de arena seca de río, que totalicen $\frac{1}{2} \text{ m}^3$, en cada extremo de las islas de bombas de despacho y en el área de tanques.
 - Rótulos preventivos como: prohibido fumar, apague su motor y otros relativos a la seguridad de las personas y los bienes, ubicados en lugares visibles, principalmente en áreas de despacho.

- Para terminal, planta de almacenamiento, depósito para la venta y áreas de almacenamiento de petróleo y productos petroleros de refinería y planta de transformación, procesamiento, tratamiento y reciclaje.
 - Dos extintores tipo ABC, en condiciones aptas, capacidad de 20 libras, ubicado a una altura comprendida entre 1,2 y

1,5 metros, libre de obstáculos por cada tanque instalado, extintores a 15 m como máximo entre uno y otro, en área de carga y descarga y otras importantes; además, un extintor por cada 200 m² en áreas aledañas a las anteriores y que sean susceptibles de riesgos de incendios.

- Tanques u otro medio de almacenamiento de agua, para asegurar el suministro continuo de agua a la red contra incendios, durante 60 minutos como mínimo, conforme a la capacidad máxima de su equipo de bombeo; o bien 20 minutos si se dispone de un pozo de extracción de agua, exclusivamente para el suministro de dicha red.
 - Red de suministro de agua y espuma, en áreas de almacenamiento despacho, unidades de consumo y otras de importancia que representen riesgos de incendios.
 - Rótulos preventivos como: prohibido fumar, prohibido ingresar sin autorización, atiende señales e indicaciones, ingreso, salida de emergencia y otros que se consideren adecuados para la seguridad de las personas y de los bienes.
- Para terminales o plantas de almacenamiento de GLP depósitos GLP para el consumo propio, expendios de GLP para uso automotor y expendios de GLP envasado en cilindros, además de las disposiciones anteriores aplicables, se tienen los siguientes.
 - Los tanques deben ubicarse sobre base firme y nivelada, en área de cielo abierto y debidamente ventilada, instalados de manera

que la parte inferior del tanque, más próxima al suelo, esté a una altura máxima de 1,5 m respecto al nivel del suelo.

- No deben instalarse tanques subterráneos, en sótanos, hondonadas o en lugares situados en el nivel inferior del terreno adyacente.
- Debe instalarse sistema aéreo de irrigación de agua, para estabilidad térmica de los tanques y contrarrestar presión en caso de incendio; para el caso del tanque o grupo de tanques cuya capacidad en conjunto no exceda los 5 000 galones, la irrigación podrá efectuarse en forma manual con mangueras apropiadas, conectadas a chorros o tomas de agua permanentes.
- La instalación de varios tanques no debe realizarse en grupos mayores a 6 tanques.
- Los tanques no deben circundarse por paredes, diques, barreras o elementos sólidos.
- No debe instalarse un tanque sobre otro y tampoco en voladizos o fachadas.
- El local destinado para expender GLP envasado en cilindros para uso doméstico debe:
 - Establecer el almacenaje y despacho en un sólo nivel, no subterráneo, sin sótanos y el nivel del piso no estará por debajo del nivel del suelo circundante al mismo.

- El almacenaje GLP envasado en cilindros no puede compartirse con otros productos susceptibles de contaminarse con GLP, principalmente alimenticios y se debe suprimir cualquier fuente de calor o ignición como estufas, hornos o quemadores.
 - Tener suficiente iluminación y ventilación natural que permita la recirculación continua de aire en la parte inferior y superior del mismo local.
 - Poseer un extintor tipo ABC de 20 libras en condiciones aptas, por los primeros 50 cilindros y 1 extintor de 10 libras a partir de cada 25 cilindros adicionales.
- Desarrollar programas de capacitación al personal sobre prevención y contingencia de incendios, orientados principalmente a las instalaciones donde desarrolla sus actividades.
 - Efectuar simulacros de acuerdo a lo contemplado en el 'Plan de contingencias de incendio' establecido.

Además, se considera necesario que las instalaciones cuenten con equipos para detectar gases o vapores peligrosos, así como sistemas para la recuperación, tratamiento y disposición de derrames y de aguas servidas. En las diversas instalaciones de refinación, transformación, procesamiento, almacenamiento, depósito u otro de la cadena de comercialización de petróleo y productos petroleros, se prohíbe acumular basura, sustancias u otro material de fácil combustión o contaminación ambiental. Por esto es necesario el desarrollo

de programas de capacitación al personal, sobre prevención y contingencia de contaminación ambiental, efectuando simulacros eventualmente.

2.1.2. Ley del alcohol carburante

El tema del alcohol carburante cobra importancia en los años 80, surge de la crisis energética de ese entonces, del abaratamiento del precio del azúcar y de las expectativas que generaba los programas para el uso de biocombustibles en otros países. El tema requería de la unión de esfuerzos entre el sector privado y el sector gubernamental, ya que tendrían que ser partícipes los dueños de ingenios azucareros, dueños de gasolineras y del Ministerio de Energía y Minas de la República de Guatemala.

Las autoridades del Ministerio de Energía y Minas (MEM), y del sector azucarero, mostraron interés por estos programas y estudiaron la posibilidad de implementarlos en Guatemala. El estudio tuvo como resultado la formulación de la Ley de alcohol carburante Dto. 17-85 el cual aún está vigente y que regula todo lo relativo a la producción y comercialización del etanol carburante en Guatemala.

El principal objetivo de formular esta ley es la reducción significativa de la dependencia de los hidrocarburos, pero al mismo tiempo también busca diversificar la agroindustria azucarera creando una alternativa energética. Aunque podría ser un negocio rentable, los productores azucareros no consideraron suficientes los incentivos que la ley les ofrecía y decidieron no participar en él. Además, no se tiene el mercado energético esperado, debido a que no se logra un acuerdo en cuanto al precio del alcohol en las refinerías. Aunque el estado de la Ley del alcohol carburante está en estado vigente, es inoperante por condiciones actuales del mercado de hidrocarburos.

2.1.2.1. Porcentaje mezcla gasolina y etanol

Los porcentajes de mezcla gasolina y etanol varían de acuerdo a las características y condiciones de uso. No hay restricciones para el porcentaje de mezcla que pueda afectar la composición de la gasolina, ya que el etanol solo aumenta su optimización.

Sin embargo, el etanol puede tener algunas reacciones adversas en el motor y algunos componentes automotrices debido a la corrosión que se puede producir, por lo que se presenta la siguiente tabla, en la cual el porcentaje de etanol se representa con un número precedido de la letra E en mayúscula.

Tabla I. **Porcentajes de mezclas gasolina y etanol**

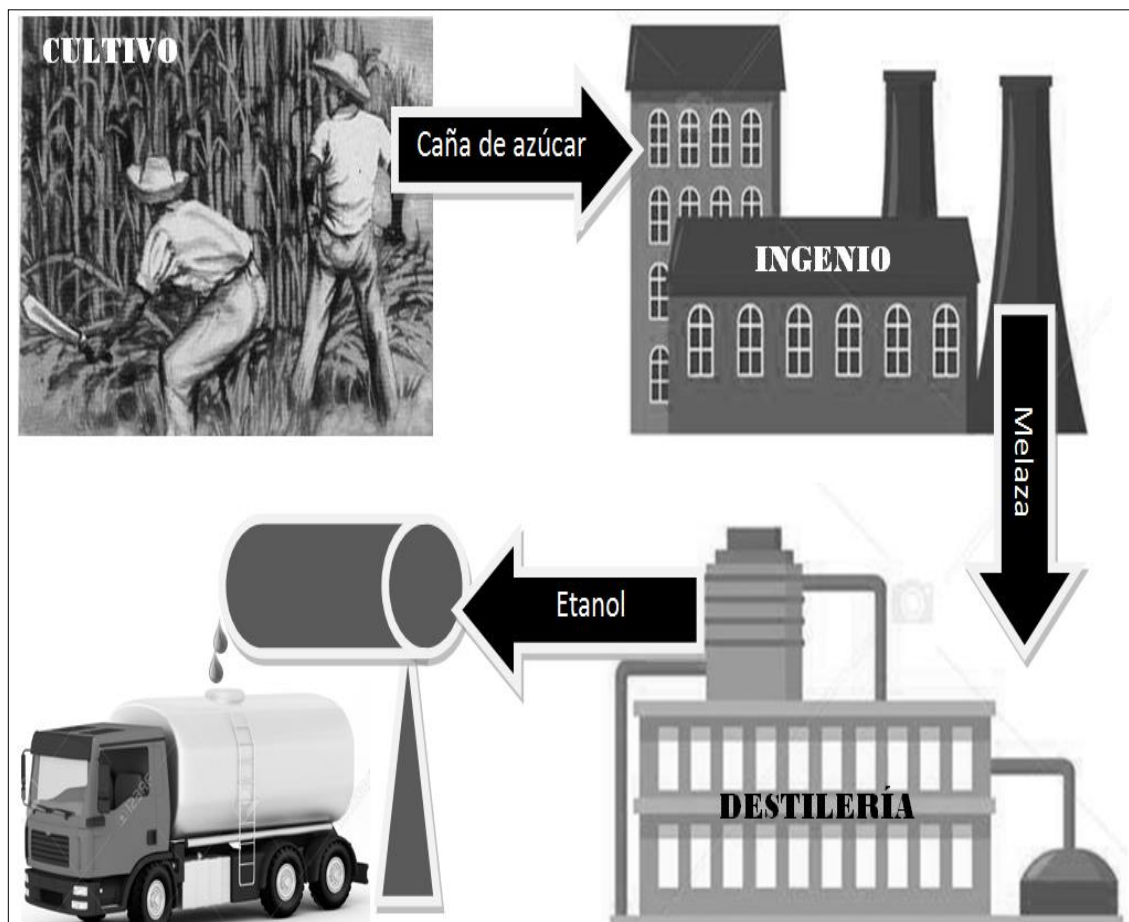
Símbolo	Porcentajes	Descripción
E10	90 % gasolina y 10 % etanol	Utilizado en la mayoría de países de forma regular. No afecta las condiciones de los motores.
E20	80 % gasolina y 20 % etanol	Utilizado en países con un parque vehicular modelos 2 000 en adelante porque estos no necesitan ser modificados.
E25	75 % gasolina y 25 % etanol	Utilizado por decreto en países como Brasil. Solo puede utilizarse en motores modelos 2 000 en adelante.
E80	20 % gasolina y 80 % etanol	Utilizado en vehículos con motores modificados o creados específicamente para este tipo de combustible. Principalmente se usa en países europeos.
E100	100 % etanol	Utilizados en vehículos creados específicamente para este tipo de combustibles, principalmente en países europeos y EEUU.

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Materias primas nacionales

En Guatemala, la materia prima para el etanol es la melaza, que es un subproducto de la industria azucarera. Se procede a extraer la caña de azúcar, se lleva al ingenio donde se produce azúcar y melaza, la melaza se lleva a la destilería y se produce el etanol.

Figura 5. Producción de etanol



Fuente: elaboración propia.

Una de las mayores ventajas de Guatemala, en cuanto a la producción de etanol, es que cuenta con suficiente materia prima gracias a la riqueza natural del país, los conocimientos agrícolas de los guatemaltecos y el emprendimiento de familias nacionales y extranjeras que han decidido invertir en la industria azucarera.

Los ingenios como Magdalena, La Unión, La Sonrisa, Pantaleón, Trinidad, Concepción, Palo Gordo, Santa Teresa, El Pilar, Madre Tierra y Santa Ana, demuestran un alto aprovechamiento de sus recursos en el cultivo y procesamiento de caña, que les permite no sólo producir azúcar, sino que también Etanol y otros productos de interés para la comunidad.

Figura 6. **Cultivos de caña de azúcar en Guatemala**



Fuente: *Cultivos de caña*. <http://ducit.eu/>. Consulta: 17 de noviembre de 2017.

La materia prima nacional es de gran importancia a nivel ambiental y económico. Gran parte del etanol que se produce, se exporta, lo que genera ingresos para las empresas y sus comunidades a través de la generación de empleos en el área agroindustrial de Guatemala.

2.1.2.3. Cuotas de producción

En Guatemala se cuenta con cinco destilerías principales, donde la melaza es procesada para la obtención de etanol, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. **Producción anual por destilería en Guatemala**

Normal	Capacidad instalada (l/día)	Producción anual estimada (l)
Palo Gordo	120 000	18 000 000
Servicios Manufactureros	120 000	38 000 000
DARSA	250 000	79 000 000
BioEtanol	600 000	89 000 000
Alcoholes MAG	300 000	45 000 000

Fuente: *VI Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles: Guatemala.*
<http://docplayer.es/31833182-Guatemala-agosto-2012-cuernavaca-mexico.html>. Consulta: 27 de junio de 2017.

De acuerdo a los datos anteriores, la destilería de Palo Gordo, Servicios Manufactureros, DARSA, BioEtanol y Alcoholes MAG, en conjunto, alcanzan una capacidad de 269 millones de litros por año. De los cuales, el 90 % del alcohol producido se exporta a Europa, Centroamérica y México, el resto es de consumo industrial y alimenticio a nivel nacional. Aunque las cuotas de producción actual, son competitivas, estas se pueden mejorar, motivando a más ingenios a invertir en destilerías guatemaltecas para aprovechar la materia prima de la cual disponen.

Al realizar un análisis de la demanda de etanol, se estima que el consumo de gasolina promedio en Guatemala es de 1 270 millones de litros al año, si se utilizara E10 para satisfacer esa demanda, se necesitarían 127 millones de

litros al año y si se está produciendo 269 millones de litros al año, esto deja aún 142 millones de litros al año para exportación.

3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La estructura de la investigación de campo para el estudio de acondicionamiento para el despacho de productos combustibles con etanol en gasolineras Puma es la siguiente:

- Definición del objetivo de la investigación de campo
 - Identificar los factores involucrados en el acondicionamiento de productos combustibles con etanol en gasolineras Puma estándar, ubicados en el departamento de Guatemala.

- Selección de la metodología para la investigación de campo
 - Programación de inspecciones en gasolineras Puma autorizadas
 - Entrevistas a personal clave
 - Encuestas guiadas
 - Listas de chequeo para elementos de observación directa

- Gestión
 - Se solicita la autorización para llevar a cabo la investigación de campo a la gerencia general de la empresa.

 - gerencia general autoriza el número y ubicación de las gasolineras a estudiar.


- Todas las visitas que se realicen como parte de las inspecciones en las gasolineras Puma seleccionadas, deben estar previamente autorizadas por los dueños o administradores de cada una de ellas y por el departamento de ingeniería de Retail Puma.
- Puntos de observación: como se menciona en el capítulo 1, considerando las condiciones de las gasolineras, la empresa ha decidido que el estudio se realice en las siguientes tres ubicaciones:
 - PUMA Landívar: bulevar Rafael Landívar, arriate central Vista Hermosa, zona 15, ciudad capital.
 - PUMA km 19 CES: km 19 carretera a El Salvador, Fraijanes.
 - PUMA Tikal Plus: calzada Roosevelt, 7-64, zona 7, ciudad capital.
- Elementos de observación
 - Tanques de almacenamiento de productos combustibles
 - Sistemas de tuberías para el despacho
 - Equipos de despacho como surtidores y dispensadores
 - Operación para manejo de los productos

Aunque no es posible visualizar el tanque y las tuberías, para la inspección se tiene que:

- Circular el área de tanques con una barrera de señalización vial dejando dos metros de movilización interna alrededor de los tanques, dentro del área circulada para realizar la prueba de hermeticidad.

- Utilizar la hoja de inspección que se presenta en la siguiente figura para recopilar información de la estación, del equipo, los resultados de las pruebas básicas y de la observación de las instalaciones.

Figura 7. Hoja de inspección Puma Landívar

INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO								
Acondicionamiento etanol								
Estación:								
Tipo de estación de servicio						Mantenimiento		
Agencia:		Codo:		Dodo:		Propio:		Puma:
Características del equipo								
Tanque:								
Tubería:								
Pruebas básicas								
Prueba de hermeticidad:			Localización de fuga:			Aprobado:		
Prueba de agua:			Requiere extracción:			Aprobado:		
Prueba de sedimentación:			Requiere extracción:			Aprobado:		
Equipo actual								
Equipo base	Elemento	Estado	Reparación	Cambio	Costo	Aprobación		
<i>Manholes</i>	Empaques							
	Combustible							
	Sedimentos							
<i>Sump tank</i>	Tapadera							
	Empaque tapa							
	Accesorios HG							
	Condición general							
<i>Spill container</i>	Tapadera							
	Empaque tapa							
	Acoples							
	<i>Niples</i>							
	Válvula de drenado							
	Roturas en acordeón							
Sondas de inventario	Tapadera							
	Empaque tapa							
	Sondas							
	Flotadores							
	<i>Niples</i>							
Costo total								
Equipo de acondicionamiento								
Tanques:								
Sensores:								
Tuberías:								
Dispensadores:								

Fuente: elaboración propia.

- Solicitar la hoja de calibración de tanques, planos de la estación y registros de mantenimiento, para conocer el tipo de tanques que hay, la distribución de la estación y las condiciones generales del equipo.
- Realizar la prueba de hermeticidad para verificar que no existan fugas en el tanque y en las tuberías.
- Realizar prueba de agua para identificar si requiere extracción de acuerdo al porcentaje de agua que se encuentre en el tanque.
- Realizar prueba de sedimentación para identificar si requiere limpieza de tanque.
- Revisar todos los elementos del equipo actual, para describir las condiciones en las que opera.

3.1. Evaluación de instalaciones gasolineras Puma estándar

Establecer cuáles son las condiciones generales de las instalaciones de cada gasolinera, permite definir los cambios de acondicionamiento que estas requieren antes de poder despachar productos combustibles con etanol. Esto hace necesario realizar una evaluación de instalaciones gasolineras estándar, la cual se aplica a las estaciones de servicio autorizadas.

Puma trabaja con tres tipos de gasolineras que son: de agencia, CODO y DODO, cada una tiene características propias que deben ser analizadas por separado y el estudio de todas ellas puede dar como resultado una herramienta estándar que sirva para facilitar el proceso de acomodación de cualquiera de ellas.

3.1.1. Instalaciones gasolinera agencia

Estas gasolineras son propiedad de la compañía y son operados por personal propio, bajo los estándares y lineamientos de Puma. En Guatemala, el 63% de las estaciones de servicio Puma, tiene instalaciones de este tipo.

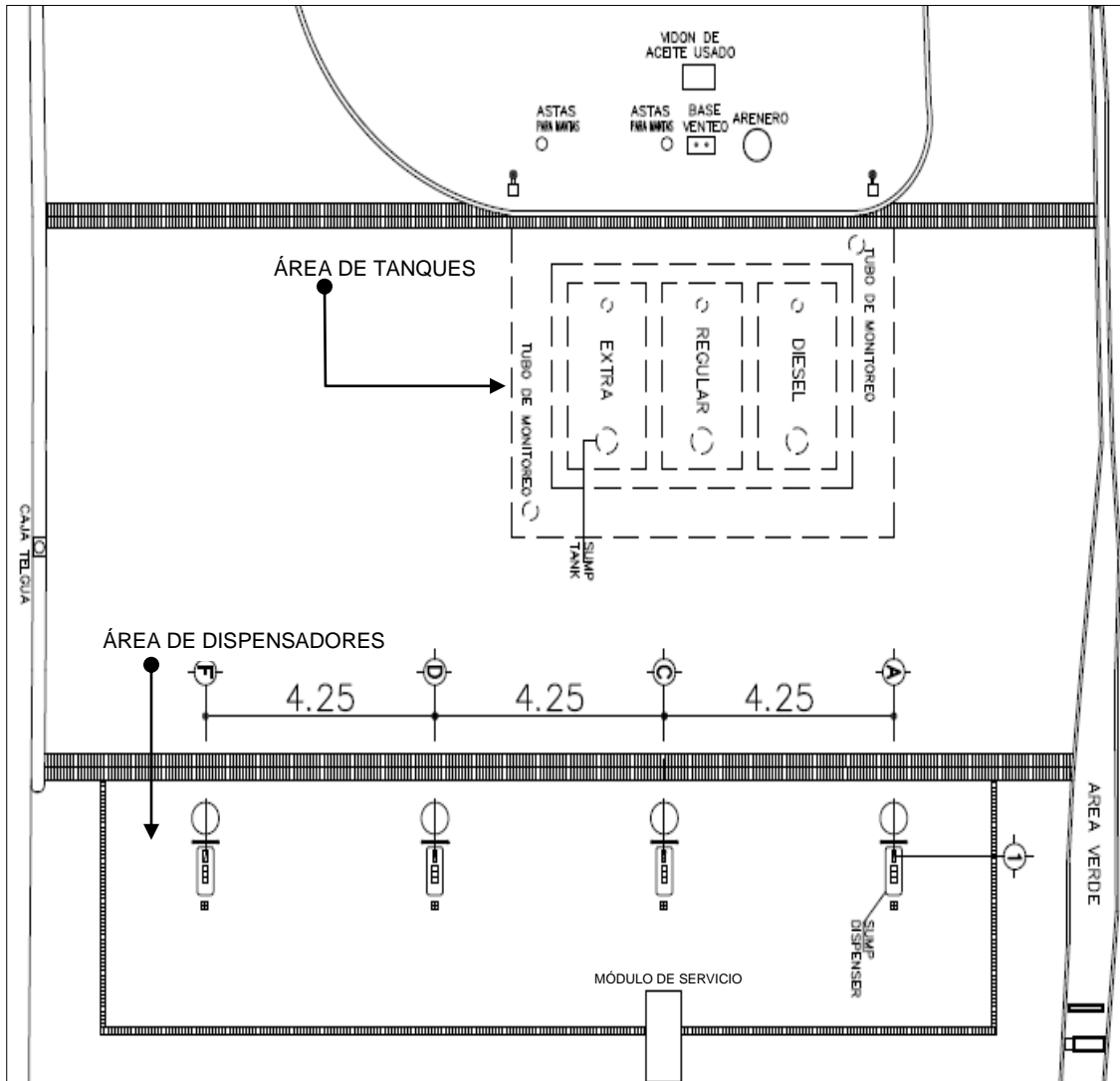
Figura 8. Instalaciones gasolinera agencia



Fuente: elaboración propia.

Las instalaciones de las gasolineras agencia en Guatemala, han sido diseñadas y construidas específicamente para almacenar y abastecer producto de alta calidad. La gasolinera ubicada en bulevar Rafael Landívar, arriate central, Vista Hermosa, zona 15 de la ciudad capital, es la que se presenta en la fotografía anterior y cuenta con este tipo de instalaciones.

Figura 9. Plano de gasolinera Puma Landívar



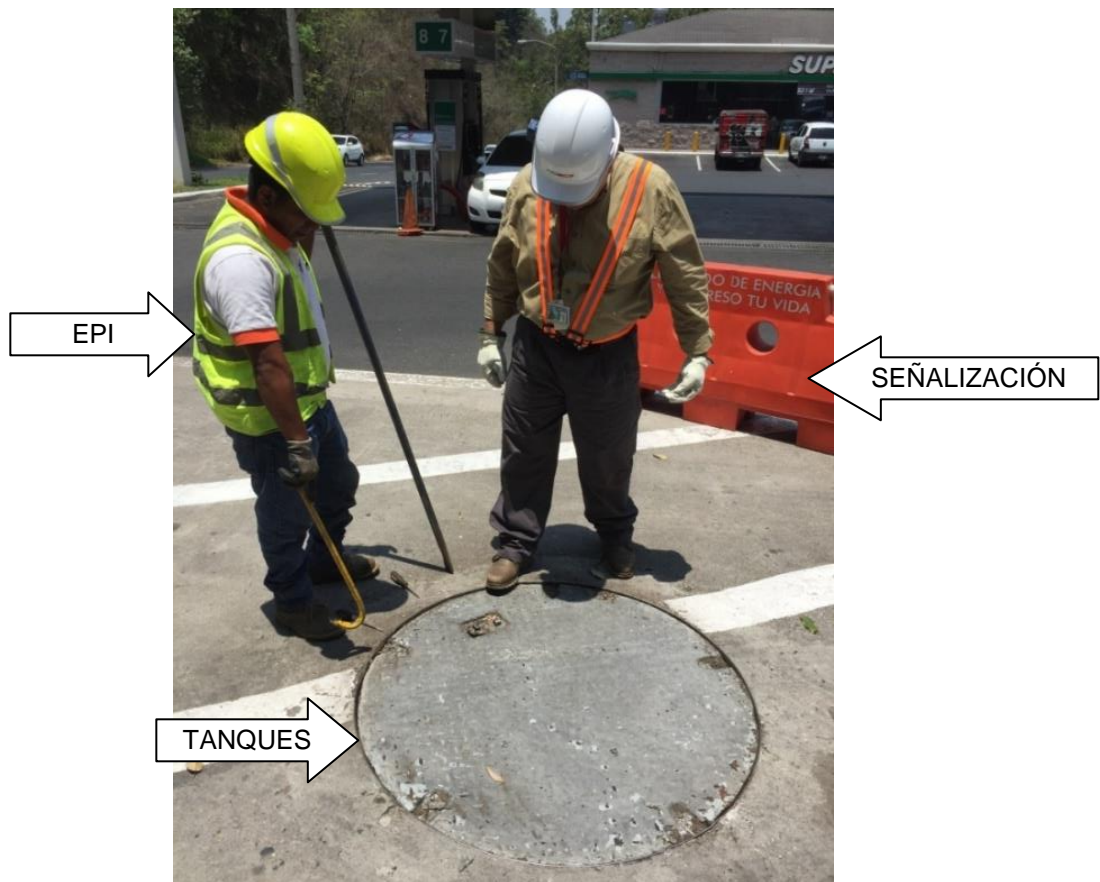
Fuente: elaboración propia.

Otra característica de las gasolineras agencia es que cuentan con control de condiciones y están sujetas a evaluaciones constantes, lo cual garantiza que las instalaciones y sus equipos se conserven en buenas condiciones.

3.1.1.1. Tanques, tuberías y equipos de despacho

Para establecer el tipo de tanques, tuberías y equipos de despacho en las gasolineras agencia, se realiza una inspección en la gasolinera Puma Landívar, con la autorización correspondiente. Durante la inspección, el administrador asigna a una persona para que acompañe durante todo el proceso y la empresa proporciona el equipo necesario para señalizar el área, analizar tanques y abrir los equipos de despacho, como se muestra en la figura.


Figura 10. Inspección de condiciones en gasolinera agencia



Fuente: elaboración propia.

La inspección inicia circulando el área de tanques, se solicita la hoja de calibración, planos y registro de mantenimiento, para obtener la información que se ha de colocar en la hoja de inspección que se muestra en la siguiente figura.

Figura 11. Hoja de inspección gasolinera agencia

INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO									
Acondicionamiento etanol									
Estación: PUMA LANDIVAR, Bulevar Rafael Landívar, arriate central Vista Hermosa, Z 15, ciudad.									
Tipo de estación de servicio				Mantenimiento					
Agencia:	X	CODO:		DODO:		Propio:		PUMA:	X
Características del equipo									
Tanque: Monelca Glasteel II									
Tubería: Flexible marca Environ, acoples a presión									
Pruebas básicas									
Prueba de hermeticidad:	✓	Localización de fuga:	X	Aprobado:	✓				
Prueba de agua:	✓	Requiere extracción:	X	Aprobado:	✓				
Prueba de sedimentación:	✓	Requiere extracción:	X	Aprobado:	✓				
Equipo Actual									
Equipo base	Elemento	Estado	Reparación	Cambio	Costo	APROBACIÓN			
MANHOLES	Empaques	✓				✓			
	Combustible	✓				✓			
	Sedimentos	✓				✓			
SUMP TANK	Tapadera	✓				✓			
	Empaque tapa	✓				✓			
	Accesorios HG	✓				✓			
	Condición general	✓				✓			
SPILL CONTAINER	Tapadera	✓				✓			
	Empaque tapa	✓				✓			
	Acoples	✓				✓			
	Niples	✓				✓			
	Válvula de drenado	✓				✓			
	Roturas en acordeón	✓				✓			
SONDAS DE INVENTARIO	Tapadera	✓				✓			
	Empaque tapa	✓				✓			
	Sondas	✓				✓			
	Flotadores	✓				✓			
	Niples	✓				✓			
COSTO TOTAL					\$	-			
Equipo de Acondicionamiento									
TANQUES: se encuentran en buen estado, sin agua ni sedimentación									
SENSORES: en buen estado, óptimo funcionamiento									
TUBERÍAS: sin fugas, en buen estado									
DISPENSADORES: limpios, sin fugas, bien calibrados, en buen estado, marca Gilbarco Encore 500s									

Fuente: elaboración propia.

Se realiza la prueba de hermeticidad; al no localizar fugas; se aprueba el sistema como hermético. Al realizar la prueba de agua se determina que el sistema no requiere extracción de agua por lo que se aprueba. Por último, se realiza la prueba de sedimentación; como el porcentaje de sedimentos es mínima se establece que no requiere de extracción de sedimentos y se aprueba.

Los cheques en la columna de estado, en la sección de equipo actual, indican que todos los elementos del equipo básico de la estación se encuentran en buen estado, no requieren cambios ni reparaciones; por lo que son aprobados.

Figura 12. Tanques y tuberías gasolinera agencia



Fuente: elaboración propia.

En resumen se puede decir que la gasolinera agencia visitada tiene: tanque marca Monelca Glasteel II, tubería flexible marca Environ con acoples a presión, sistema hermético libre de agua y sedimentación, así como ocho equipos de despacho marca Gilbarco Encore 500s en óptimas condiciones.

3.1.2. Instalaciones gasolinera CODO

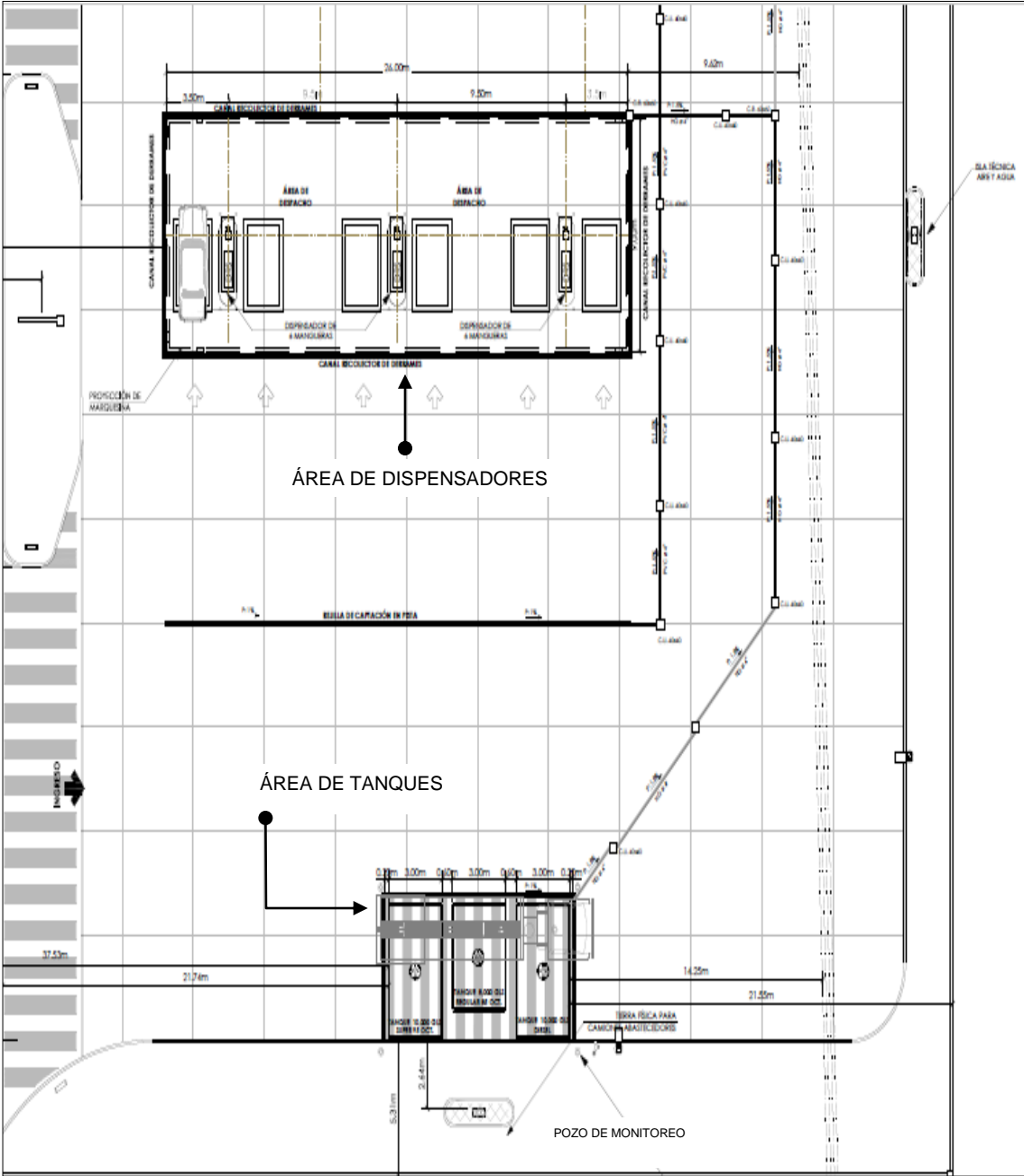
Estas gasolineras son propiedad de la compañía, pero son operados por un distribuidor bajo condiciones preestablecidas entre ambos, Puma cuenta con un 33 % de estas gasolineras. Las instalaciones de las gasolineras CODO son más estandarizadas, casi el 60 % de estas son instalaciones nuevas, diseñadas y construidas por la compañía. La gasolinera ubicada en el km 19 carretera a El Salvador, Fraijanes, cuenta con este tipo de instalaciones.

Figura 13. Instalaciones gasolinera CODO



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Plano de gasolinera Puma km 19 CES



Fuente: elaboración propia.

En las gasolineras CODO, también se cuenta con un control de condiciones y están sujetas a evaluaciones un poco menos frecuentes que las gasolineras agencia; todo esto le permite conservar las instalaciones y sus equipos en buenas condiciones operativas.

3.1.2.1. Tanques, tuberías y equipos de despacho

Las gasolineras CODO también pueden ser acondicionadas para el despacho de productos combustibles con etanol y para establecer el tipo de tanques, tuberías y equipos de despacho en este tipo de gasolineras; se realiza una inspección en la gasolinera Puma km 19 CES gestionando la autorización correspondiente.


Figura 15. Inspección de condiciones en gasolinera CODO



Fuente: elaboración propia.

El copropietario instruye al personal para que proporcione lo que se necesite durante la inspección; mientras que la empresa proporciona el equipo necesario para señalizar y circular el área, analizar los tanques y abrir los equipos de despacho, como se muestra en la figura anterior.

Figura 16. Hoja de inspección en gasolinera CODO

INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO								
Acondicionamiento etanol								
Estación: Puma km 19 CES. Km 19 carretera a El Salvador, Fraijanes.								
Tipo de estación de servicio					Mantenimiento			
Agencia:		Codo: X	Dodo:		Propio:		Puma: X	
Características del equipo								
Tanque: Monelca Glasteel II								
Tubería: Flexible UPP apta para etanol								
Pruebas básicas								
Prueba de hermeticidad:	✓	Localización de fuga:	X	Aprobado:	✓			
Prueba de agua:	✓	Requiere extracción:	X	Aprobado:	✓			
Prueba de sedimentación:	✓	Requiere extracción:	X	Aprobado:	✓			
Equipo actual								
Equipo base	Elemento	Estado	Reparación	Cambio	Costo	Aprovação		
<i>Manholes</i>	Empaques	✓					✓	
	Combustible	✓					✓	
	Sedimentos	✓					✓	
<i>Sump tank</i>	Tapadera	✓					✓	
	Empaque tapa	✓					✓	
	Accesorios HG	✓					✓	
	Condición general	✓					✓	
<i>Spill container</i>	Tapadera	✓					✓	
	Empaque tapa	X			\$ 250,00		X	
	Acoples	✓					✓	
	Niples	✓					✓	
	Válvula de drenado	✓					✓	
	Roturas en acordeón	✓					✓	
Sondas de inventario	Tapadera	✓					✓	
	Empaque tapa	✓					✓	
	Sondas	✓					✓	
	Flotadores	✓					✓	
	Niples	✓					✓	
					Costo total	\$ 250,00	X	
Equipo de acondicionamiento								
Tanques: se encuentran en buen estado, sin agua ni sedimentación, falta un empaque								
Sensores: en buen estado, óptimo funcionamiento								
Tuberías: sin fugas, en buen estado								
Dispensadores: limpios, sin fugas, bien calibrados, en buen estado								

Fuente: elaboración propia.

Al solicitar la hoja de calibración, planos y registros de mantenimiento, se procede a llenar la hoja de inspección que se muestra en la figura anterior, con los datos básicos de la gasolinera y las características de los equipos. Posteriormente, se realizan las pruebas de hermeticidad, agua y sedimentación, para establecer que no hay fugas, que el sistema es hermético y que no se requiere extracción de agua ni de sedimentos

Los cheques en las casillas de la columna de estado, en la sección de equipo actual, indican que los elementos del equipo básico de la estación se encuentran en buen estado; mientras que las casillas que poseen una X indican que un elemento no se encuentra en buen estado o que no es aprobado. Durante la inspección se observa la falta de un empaque por lo que se notifica e indica en la hoja de inspección con una X, incluyendo también el costo del empaque.

Figura 17. **Tanques y tuberías de gasolinera CODO**



Fuente: elaboración propia.

En resumen, la gasolinera CODO visitada tiene: tanque marca Monelca Glasteel II, tubería flexible UPP apta para etanol, sistema hermético libre de agua y sedimentación, así como equipos de despacho marca Gilbarco Encore 300 en óptimas condiciones. Reemplazar el empaque faltante tiene un costo de Q. 1 800,00 lo cual puede variar un poco dependiendo el tipo de cambio, ya que esto se compra en dólares.

Figura 18. **Equipo de despacho gasolinera CODO**



Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se aprecia el buen estado de uno de los seis equipos de despacho que tienen en las tres estaciones de servicio de la gasolinera visitada. También, se observan los filtros que contribuyen a que el producto combustible se despache libre de contaminación o cualquier factor que podría afectar el buen funcionamiento de los automotores.

3.1.3. Instalaciones gasolinera DODO

Estas gasolineras son propiedad del distribuidor y son operadas por ellos mismos bajo recomendaciones de la compañía para ser respaldados por la marca. Actualmente en Guatemala, un 4 % del total de gasolineras Puma son de este tipo. La gasolinera ubicada en la calzada Roosevelt, 7 – 64, de la zona 7 capitalina, es la que se presenta en la siguiente figura y cuenta con este tipo de instalaciones.

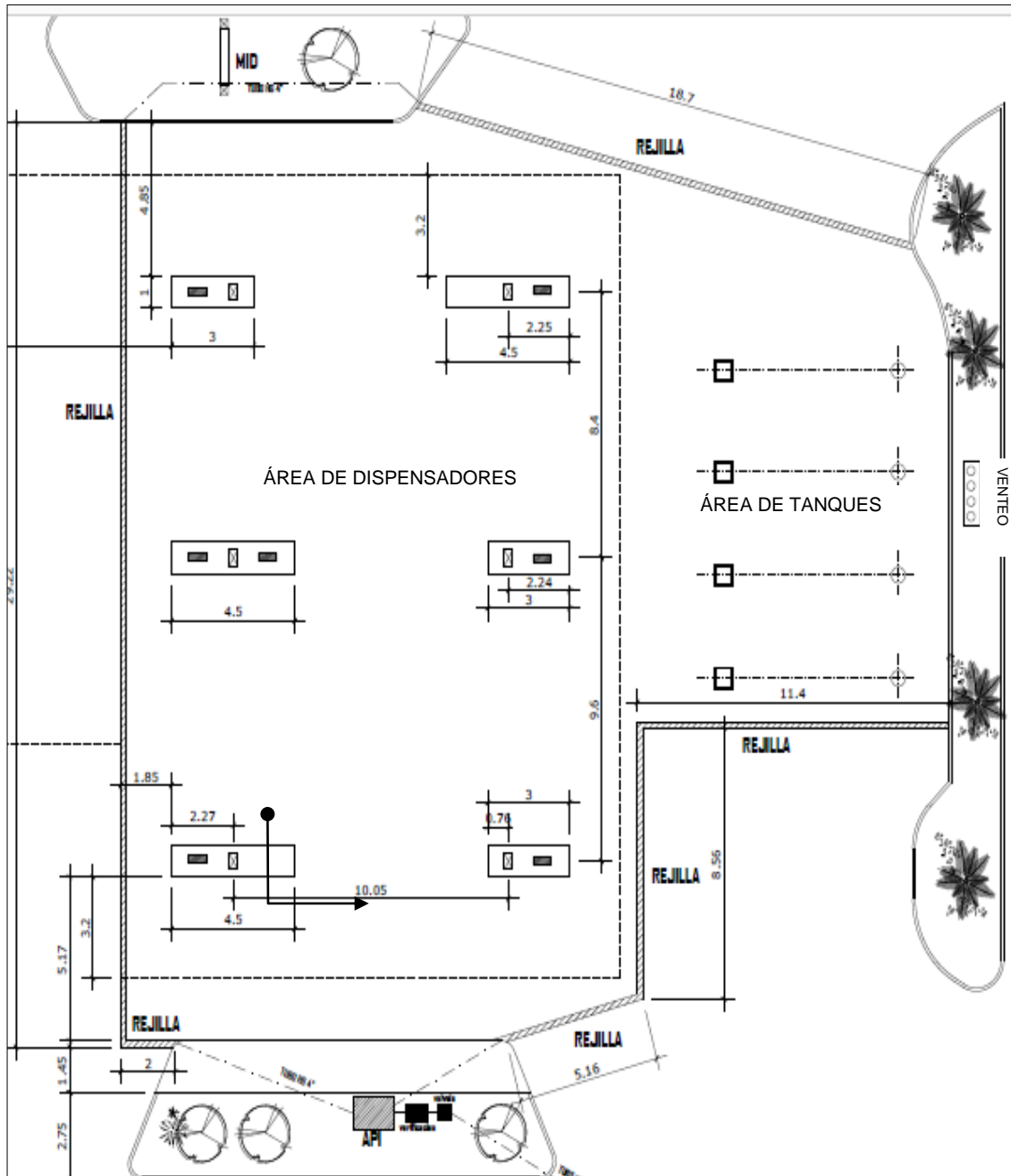
Figura 19. Instalaciones gasolineras DODO



Fuente: elaboración propia.

A diferencia de las gasolineras agencia y CODO, las gasolineras DODO crean sus propios controles y evaluaciones para cumplir con los requisitos que solicita la empresa Puma para respaldo de la marca.

Figura 20. Plano de gasolinera Puma Tikal Plus

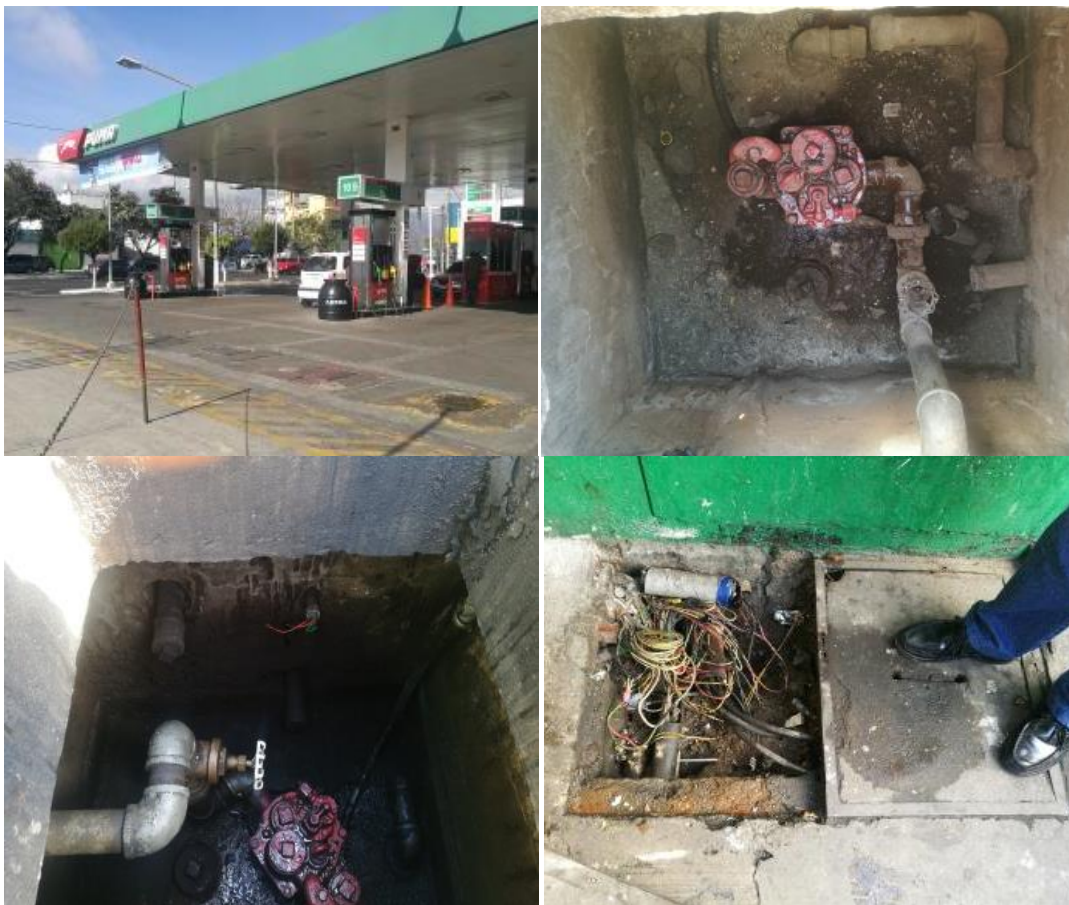


Fuente: elaboración propia.

3.1.3.1. Tanques, tuberías y equipos de despacho

Se realiza una inspección en la gasolinera Puma Tikal Plus, para establecer el tipo de tanques, tuberías y equipos de despacho que poseen las gasolineras DODO. Dicha inspección cuenta con la autorización correspondiente de gerencia y propietario.

Figura 21. Tanques y tuberías en gasolinera DODO



Fuente: elaboración propia.

Según un análisis previo, realizado por la empresa, es común que las gasolineras DODO posean instalaciones más antiguas, trabajan sistemas de mantenimiento distintos; y aunque sí deben cumplir con ciertos requisitos para poder distribuir productos combustibles de la empresa, se ha considerado que la inversión necesaria para modernizar las instalaciones sería de gran magnitud. Esto se puede verificar en las condiciones externas de los tanques y tuberías que se muestran en la figura 21.


El propietario asigna a la persona que se encarga de la seguridad de la gasolinera, para que acompañe durante todo el proceso de inspección y proporcione la información que se requiera.

La información se recopila y presenta en la hoja de inspección que se muestra en la figura 22. De acuerdo a lo observado y las hojas de calibración, se establece que los tanques son de fabricación local, metálicos con pared de silla; mientras que la tubería es metálica, galvanizada y no compatible con el etanol.

Al realizar la prueba de hermeticidad no se localizan fugas, pero en la prueba de agua y sedimentación se determina que requiere extracción de ambos, haciendo la sugerencia al propietario. Es por esto que en la hoja de inspección se aprueba la hermeticidad y no la presencia de agua y sedimentación en los tanques.

Se encontró una tapadera sin empaque y no tienen sondas de inventario por lo que el costo para estos ajustes es de Q. 8 648,00 lo cual puede variar un poco dependiendo el tipo de cambio. Adicional a estos costos, se requiere y sugiere el servicio de limpieza de tanques que tiene un costo de Q. 7 570,00.

Figura 22. Hoja de inspección gasolinera DODO

INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO							
Acondicionamiento etanol							
Estación: Puma Tikal plus. Calzada Roosevelt 7-64 zona 7, ciudad.							
Tipo de estación de servicio				Mantenimiento			
Agencia:	CODO:	DODO:	X	Propio:	X	Puma:	
Características del equipo							
Tanque: de fabricación local, metálicos de pared de silla							
Tubería: Metálica galvanizada							
Pruebas básicas							
Prueba de hermeticidad:	✓	Localización de fuga:	X	Aprobado:	✓		
Prueba de agua:	✓	Requiere extracción:	✓	Aprobado:	X		
Prueba de sedimentación:	✓	Requiere extracción:	✓	Aprobado:	X		
Equipo actual							
Equipo base	Elemento	Estado	Reparación	Cambio	Costo	Aprovación	
Manholes	Empaques	✓				✓	
	Combustible	✓				✓	
	Sedimentos	✓				✓	
Sump tank	Tapadera	✓				✓	
	Empaque tapa	✓				✓	
	Accesorios HG	✓				✓	
	Condición general	✓				✓	
Spill container	Tapadera	✓				✓	
	Empaque tapa	X		X	\$ 250,00	X	
	Acoples	✓				✓	
	Niples	✓				✓	
	Válvula de drenado	✓				✓	
	Roturas en acordeón	✓				✓	
Sondas de inventario	Tapadera	✓				✓	
	Empaque tapa	✓				✓	
	Sondas	X		X	\$ 900,00	X	
	Flotadores	✓				✓	
	Niples	✓				✓	
Costo total					\$ 1 150,00	X	
Equipo de acondicionamiento							
Tanques: se observa deterioro, faltan sondas de inventario y empaques de tapa							
Sensores: no poseen sensores de control de inventario							
Tuberías: sin fugas							
Dispensadores: limpios, sin fugas, calibradas							

Fuente: elaboración propia.

Se tienen 6 estaciones de servicio con 14 equipos de despacho que se encuentran en buenas condiciones, tanto externas como internas.

Figura 23. Equipos de despacho gasolinera DODO



Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Resultados investigación de campo

De acuerdo a la observación realizada en las gasolineras visitadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las principales diferencias entre las gasolineras agencia, CODO y DODO radica en:
 - Las características de sus tanques y tuberías, no solo en cuanto a la antigüedad de su instalación, sino el material de los mismos.
 - La rutina de mantenimiento que se le proporciona a cada una.

- En cuanto a las instalaciones, se puede establecer que las gasolineras agencia de Guatemala, son las que se encuentran en mejores condiciones operativas.
- Las gasolineras agencia y las CODO tienen mayor probabilidad de acondicionamiento para el despacho de productos combustibles con etanol, gracias a los materiales y equipos de sus instalaciones.
- Las condiciones operativas en las gasolineras DODO difiere de las otras dos gasolineras, debido a su antigüedad, equipos que utilizan y administración.

3.1.4.1. Gasolineras estándar Puma compatibles para manejar productos combustibles con Etanol

Las gasolineras agencia y CODO analizadas, poseen equipos compatibles para manejar productos combustibles con etanol, por lo que el proceso de acondicionamiento puede realizarse fácilmente en un período de tiempo corto, con un costo de inversión aceptable.

En el caso de las gasolineras DODO, se determina que estas requieren cambios en todo el sistema debido a que los equipos no son compatibles con el etanol, siendo preferible hacer la instalación completa para construir una estación más. Esto implica que la inversión sea mayor, ya que no se haría un acondicionamiento, sino la instalación de una nueva estación. Aunque dicha inversión sea recuperable, la instalación queda a criterio de los dueños.

4. TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR

Realizar el acondicionamiento de una gasolinera, para que pueda proporcionar a los clientes productos combustibles con etanol, requiere de materiales, equipos y tecnología específica compatible con el producto. Lo anterior se toma en consideración para poder garantizar un almacenamiento y despacho seguro.

Se pueden obtener reacciones diversas en los materiales que entren en contacto directo con el etanol, por esto es importante que las instalaciones sean aptas y que las condiciones operativas sean específicas.

Tabla III. **Compatibilidad de materiales con el etanol**

Materiales compatibles		
Metal	No metal	Combinados
Aluminio Acero al carbono Acero inoxidable Bronce	Nylon Polipropileno Teflón Fibra de vidrio Neopreno Nitrilo	Doble pared de fibra de vidrio Acero con fibra de vidrio
Materiales no compatibles		
Metal	No metal	Otros
Cobre Plomo Zinc	Cuero Caucho natural Poliuretano Pvc	Aleación de aluminio recubierto de plomo y estaño Acero con soldadura de plomo

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior, se listan los materiales compatibles con el etanol y los que se ha demostrado que no son compatibles con este producto. Dicha tabla debe tomarse en cuenta durante el proceso de selección de los equipos y piezas que deben estar expuestos al etanol y así evitar la instalación de sistemas que no sean aptos para el despacho de este producto.

En el acondicionamiento se toma en cuenta el tipo de tanque con mejores características para el almacenamiento, los sensores para el control de inventario que sean más eficientes, el tipo de tubería con las mejores características para la distribución de producto, los dispensadores para un despacho seguro, así como las pastas para medición que faciliten el control del producto.

Las tecnologías a implementar en un acondicionamiento tienen un costo, que puede variar, dependiendo de las características y materiales que se hayan utilizado en la construcción de cada gasolinera, así como las condiciones en las que se encuentren en la actualidad.

Es decir, una gasolinera puede ser construida con la tecnología adecuada, pero si se encuentra en mal estado, el costo de acondicionamiento puede ser igual que el que se genera en una gasolinera que no posee dicha tecnología.

Por ser necesario conocer la tecnología que es compatible con productos combustibles que posean etanol en cualquiera de los diferentes porcentajes en que se puede realizar la mezcla, se presenta una descripción de cada uno de ellos, con las características que se consideran más relevantes para el acondicionamiento.

4.1. Tanques de doble pared para almacenamiento de combustibles con etanol

El combustible con etanol es mejor almacenarlo en tanques de doble pared que pueden ser fabricados según las necesidades de cada estación. La empresa Puma, en Guatemala, trabaja con tanques que poseen diferente capacidad de almacenamiento.

A continuación, se presentan las principales características de un tanque en el que se pueden almacenar hasta seis mil galones de combustible con etanol:

- Forma: cilíndrico horizontal, con un diámetro de 113 pulgadas y una longitud de 11 pies con 9,5 pulgadas.
- Material: como es de doble pared, cada una de éstas es construida de diferente material.
 - Pared interior: lámina de acero al carbono ASTM A-36
 - Pared exterior: *fiberglass reinforced plastic*, FRP
- El tanque de acero y la fibra de vidrio están separados por un espacio intersticial, esto hace que la capa de fibra de vidrio actúe como barrera de contención, convirtiéndose en una segunda pared.
- Espesor: como es de doble pared, cada una de estas es construida de diferente espesor.

- Pared interior: en el cuerpo el tanque tiene un espesor de $\frac{3}{16}$ pulgadas, mientras que en el fondo y las divisiones tiene un espesor de $\frac{1}{4}$ de pulgada.
- Pared exterior: $\frac{1}{8}$ pulgada.
- Peso: en total, pesa aproximadamente 2,27 toneladas.
- Accesorios: principalmente, este tipo de tanque tiene los siguientes accesorios:
 - Siete coplas roscadas tipo NPT de acero fundido y de 4 pulgadas de diámetro.
 - Un tubo interno de acero ASTM A53 Sch. 40 de 113 pulgadas de largo y 2 pulgadas de diámetro.
- Aplicación: el tanque es apto para almacenar líquidos inflamables y combustibles tales como gasolina, diésel, *jet fuel*, gasohol E10, 100 % metanol, E100.
- Requisitos: un tanque de este tipo debe cumplir con las siguientes normas:
 - *UL standard for safety for steel underground tank for flammable and combustible liquids, UL 58.*
 - *UL standard for safety for external corrosion protection systems for steel underground storage tanks, UL 1746.*

Otra de las características que vale la pena mencionar, son las pruebas que se le realizan a este tipo de tanques:

- Primera pared: antes de aplicar el recubrimiento, el tanque de acero se prueba aplicando una presión interna de aire a 5 PSI y se usa una solución jabonosa para detectar fugas.
- Segunda pared: al espacio intersticial, se le aplica una presión de vacío de 22 pulgadas de mercurio, manteniéndolo en observación durante 24 horas. Después se reduce la presión a 15 pulgadas de mercurio para el despacho y por medio de un *holiday detector* ajustado entre 15 000 V y 35 000 V se revisa toda la superficie de recubrimiento.

Figura 24. **Tanques de doble pared**



Fuente: Monelca. *Tanque Monelca*. <http://www.tecnicaelectromecanica.com/nuestros-proyectos.html>. Consulta: 19 de mayo de 2018.

En la figura se observan las características exteriores de un tanque de doble pared y la forma en que son movilizados, para el transporte y para la instalación. Los fabricantes de tanques de doble pared, antes del envío, inspeccionan que el recubrimiento se encuentre en buen estado, que tenga los tapones de seguridad correspondientes, que cuente con las orejas de izado y la protección del monitor, que posea la placa UL, etiquetas y logos; además, se debe incluir un manual de instalación para garantizar que este proceso sea realizado adecuadamente. Ya en el camión, antes de realizar la entrega, se debe verificar que el tanque esté sujetado adecuadamente al vehículo de transporte.

El proveedor de tanques de gasolinera Puma, al igual que otros fabricantes, certifica que el tanque se encuentra en óptimas condiciones siempre que sea instalado antes de cumplir tres meses de haber sido fabricado; al exceder los tres meses, deben solicitar una inspección al fabricante para que se haga una nueva certificación. Por esta razón, es necesario que los propietarios de gasolineras calculen bien el tiempo para que la entrega de los tanques se realice cuando ya esté el área preparada para su instalación y se tenga los recursos para este proceso.

Todas las gasolineras deben contar con un plano de la distribución general de los tanques, las tuberías, los dispensadores y los demás componentes, ya que con base en él se realiza la instalación de los tanques. Definido el lugar donde se ha de instalar los tanques y las dimensiones que estos han de ocupar, se realiza la excavación con la profundidad justa para cubrirlos.

También, es necesario que el material de relleno sea adecuado para no dañar los tanques, darles la estabilidad que necesitan y que no tengan contacto directo con el suelo.

Antes de realizar la fundición de concreto, es necesario realizar la preparación del suelo para dejar una elevación alrededor de las boquillas de los tanques que evite el ingreso de agua u otros líquidos al tanque por derrame.

Otro aspecto importante a considerar es la adquisición del equipo adecuado, tanto para el proceso de excavación como para la instalación de los tanques, dejando el espacio suficiente para el equipo que se utiliza en la movilización y posicionamiento de los tanques. Dicho espacio varía conforme al tamaño y cantidad de tanques a instalar; duplicando el área de instalación.

Figura 25. **Instalación de tanques de doble pared**



Fuente: Monelca. *Tanques doble pared*. <http://www.tecnicaelectromecanica.com/nuestros-proyectos.html>. Consulta: 20 de mayo de 2018.

En la figura anterior se observa la forma como se instalan los tanques de doble pared en una gasolinera en construcción; la cantidad de tanques puede depender de los tipos de producto combustible que despachen.

Hay empresas que tienen los recursos para realizar las instalaciones por sí mismos, es decir, cuentan con personal calificado y equipo especializado; también, hay propietarios que no poseen los recursos y prefieren contratar empresas que se dedican específicamente a estos procesos, garantizando que la instalación sea adecuada.

Después de la fundición, con los tanques instalados, es necesario identificarlos de acuerdo al producto que han de contener, procurar que se mantengan limpios, realizar la primera descarga llenándolo al 80 % de su capacidad, evitar la contaminación de los productos combustibles y ya en funcionamiento revisar lo siguiente:

- Tapas flojas en los tanques
- Sellos con fugas
- Fugas en tanque
- Partes defectuosas
- Acumulación de agua alrededor de los tanques

Para mantener los tanques en óptimas condiciones, se programan limpiezas que permitan la remoción de agua y desechos que puedan acumularse en el fondo de los tanques. Por lo general, la limpieza de los tanques lo realizan empresas que son subcontratados por los propietarios de las gasolineras, ya que los equipos para esos trabajos son de alto costo.

4.2. Sensores para control de inventarios

Estos son utilizados para medir el nivel de combustible y de agua en un tanque; por lo general, se integran en sistemas que permiten llevar un control de inventario en gasolineras.

Figura 26. Sistema de monitoreo para tanques de combustible



Fuente: *Sistema colibrí*. <https://www.google.com.gt>. Consulta: 25 de febrero de 2018.

Existen sistemas de monitoreo para tanques de combustible que permiten el control de inventario a través de sensores. Son capaces de detectar combustible adulterado, variación en el volumen y realizar pruebas de fuga las veinticuatro horas al día. Algunos poseen un *web browser* estándar, con el que se puede tener acceso remoto y recibir notificaciones, así como alarmas vía *email* o mensajes de texto, dependiendo del sistema y cómo se programe.

Hay diversos sistemas de monitoreo de tanques, cada uno de ellos con cierta variación en sus características. Sin importar dicha variación, con estos sistemas se pueden obtener beneficios, tales como:

- Lectura exacta en inventario de combustible disponible siempre.
- Diferentes elementos de medición en el inventario; entre estos está el nivel, temperatura, volumen bruto y neto, densidad y masa disponibles todos en un sólo reporte.
- Control en la recarga de tanques: la mayoría de sistemas tiene la capacidad de establecer con precisión la cantidad exacta de combustible que se está recibiendo, con lo cual se puede validar que la cantidad de combustible que se está recibiendo es la que se está pagando.
- Generan alarmas: en los sistemas se instalan diferentes puntos de alarmas que permiten detectar los niveles altos o bajos de combustible, así como la detección de presencia de agua.
- Protección al medio ambiente: con estos sistemas se puede prevenir las pérdidas de combustible por fugas que puedan contaminar el medio ambiente y que obligan a realizar costosas limpiezas ecológicas.
- Protección contra accidentes: al detectar las fugas se evitan accidentes en las gasolineras como explosiones, intoxicación u otros de alto riesgo.

A continuación, se presentan algunas especificaciones de un monitor de tanques marca colibrí, que es una de las tecnologías compatibles con diferentes tipos de sondas para detección de fugas e inventarios, que tienen la capacidad de monitorear hasta 6 tanques. Las sondas de inventario pueden instalarse descansando en el fondo del tanque usando una tapa con opresor para cable; mientras que las de fugas necesitan un juego de flotadores apropiados al tipo de producto combustible que se está almacenando.

Figura 27. **Especificaciones de monitor para tanques**

<p>Especificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numero de tanques monitoreados: 6 • Canales de salida: 2 • Tipo de pantalla: Pantalla táctil "Touch Screen" a color • Alarma sonora interna • Luces indicadoras de alarma, advertencia y encendido • Líquidos aplicables: petróleo, químicos y desechos peligrosos. • Unidades de nivel: centímetros, milímetros y pulgadas. • Unidades de Volumen: Litros o galones (masa en opción de densidad) • Dimensión de pantalla: 142 mm (5.6 pulg.) • Dimensiones: 185 mm x 303 mm x 57 mm (7.27 pulg. x 11.92 pulg. x 2.24 pulg.) • Requerimientos de alimentación eléctrica: 94 a 264 VAC, 50/60 Hz 1.0 Amp. • Temperatura de Operación; 0 a 40 °C (32 a 104 °F) • Humedad: 0% a 95% no condensado • Rangos de seguridad intrínseca: US – clase I, Div. I, Grupo D Europa – Grupo IIA, Zona 0 • Compatible con sondas de medición FFS, LL2 de inventario y detección de fugas. 	<p>Capacidades Estándar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administración de Inventario y Entregas • Detección de fuga estática en tanques • Puntos programables de alarma alta, baja y nivel de agua • Disponible con o sin pantalla • Interfaz Web y notificaciones vía Correo Electrónico. • IFSF vía Ethernet <p>Capacidades Opcionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCALD detección de fugas en tanques las 24 horas • Reconciliación de inventarios y autocalibración • Medición de masa y densidad <p>Aprobaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • UL, cUL, ATEX, IECEx • Certificación de terceros de capacidades de detección de fugas.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Tanques Colibrí. *Especificaciones monitor para tanques.*

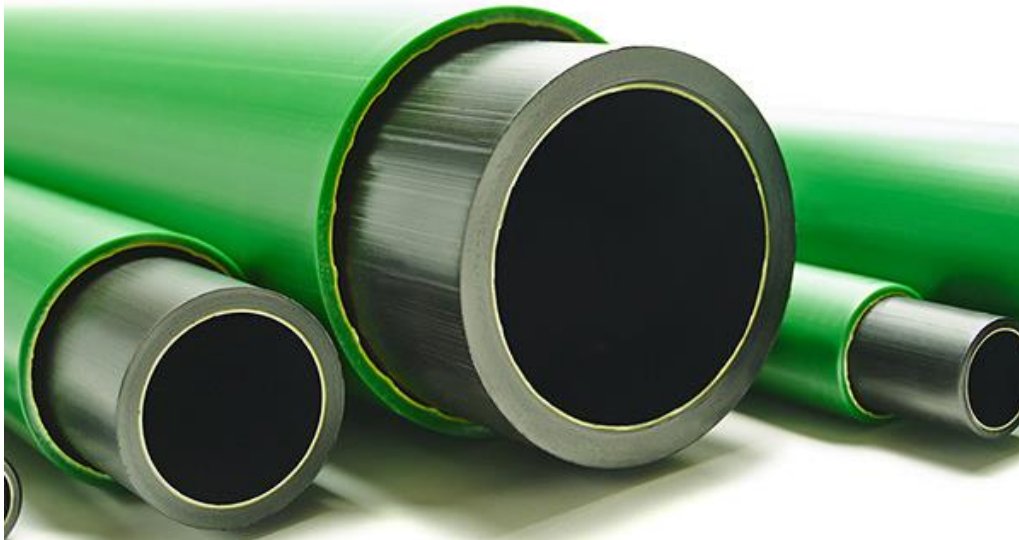
<http://studylib.es/doc/5722305/monitor-de-tanques-colibri>. Consulta: 27 de febrero de 2018.

Para el control de inventarios se utiliza la medición directa por medio de sondas o flotadores, la medición de presión hidrostática por medio de manómetros, aunque también instalan medidores de radar, conductivos, capacitivos o ultrasónicos con características específicas para este tipo de mediciones. El tipo de medidores que se utilicen en el tanque de almacenamiento de combustible, depende del sistema que se desee instalar por los dueños de las gasolineras, siempre que sean seguros y que cuenten con la aprobación de la empresa.

4.3. Tuberías flexibles

Para cumplir con los requisitos de contención en la circulación dentro de los sistemas utilizados para la distribución de productos de combustibles con etanol, es necesario instalar tuberías de doble pared que tengan la capacidad de ofrecer flexibilidad y continuidad desde los tanques hasta los dispensadores.

Figura 28. **Tubería flexible**



Fuente: *Tubería flexible*. <http://www.pelp.cl/taller/producto/tuberia-kps/>. Consulta: 27 de febrero de 2018.

Debido al tipo de producto que se desea manejar, es mejor evitar tuberías con materiales que comprometan la integridad del producto. Es por esto que la empresa busca instalar tubos de conducción de combustible que sean de pared compuesta para una doble contención, este tipo de tubos ofrece las propiedades mecánicas del polietileno de alta densidad, con la baja permeabilidad y resistencia a los combustibles que le proporciona el nylon.

Las principales características que se buscan con las tuberías flexibles de doble pared son:

- Internamente: el recubrimiento interior en las tuberías asegura buena resistencia química a los hidrocarburos, baja permeabilidad y resistencia a la presión por largos períodos.
- Exteriormente: la capa exterior en polietileno de alta densidad, cuando se le compara con materiales tradicionales, es capaz de ofrecer buena resistencia al impacto así como a la corrosión, incluso cuando se encuentra en suelos agresivos.
- Ambientalmente: ofrece resistencia a corrientes galvánicas, propiedades mecánicas estables aún en bajas temperaturas, resistencia a la abrasión y a los microorganismos.
- Respaldo: por lo general la empresa se asegura de que las tuberías presenten las certificaciones técnicas internacionales respecto de su compatibilidad con combustibles, derivados del petróleo, alcoholes, etc. ya que se utilizan especialmente para instalaciones de combustibles en estaciones de servicio, tanto en sistemas de succión como de impulsión.
- Continuidad: considerando que los tanques se encuentran a cierta distancia y diferente nivel del dispensador, la tubería flexible no requiere de accesorios de unión en su tendido y por lo general las conexiones son a presión, por lo que no requieren de acoples electrosoldados.
- Durabilidad: dependiendo de la marca, la vida útil promedio es de 30 años aproximadamente, es resistente a la luz ultravioleta y a la abrasión.

- Confiabilidad, debido a la propiedad de los materiales con los que se fabrican estas tuberías y su continuidad, se reduce el riesgo de fugas que no sólo causan pérdida de producto, sino que también pueden ocasionar accidentes y dañar el medio ambiente.

También, es considerable mencionar que, debido a que se fabrican por rollo de varios metros de longitud, no requieren accesorios de unión en su tendido que evita el contacto con el terreno donde se instalan. Además, las conexiones al tanque y al surtidor se pueden verificar dentro de *sumps* y los accesorios de conexión de entrada así como los de prueba neumática del espacio intersticial, por lo general son proporcionados por el proveedor.

La tubería en sí, está compuesta por dos tubos coaxiales continuos que se suministran por separado en rollos, estos se enhebran fácilmente en obra al momento de la instalación. Algunas de sus principales características técnicas son:

- El diámetro nominal estándar en que se provee esta tubería es de 63 mm por 110 mm, es decir, el tubo primario es de 63 mm, mientras que el ducto corrugado secundario es de 110 mm. Estas medidas pueden variar dependiendo de las necesidades de quien lo instale.
- El tubo primario está fabricado en PEAD de alto peso molecular PN 10, revestido interiormente con una capa de poliamida impermeable a los hidrocarburos; aunque el diámetro exterior es de 63 mm, posee un diámetro interno 51 mm.
- El ducto exterior puede ser corrugado o liso con una doble capa interior, fabricado en PEAD de alto peso molecular.

- Dependiendo de la marca de la tubería pueden tener una resistencia aproximada de 18 MPa, una elongación a ruptura mayor al 600 % y un modo de flexión de 900 MPa.
- Las tuberías flexibles por lo general tienen la capacidad de operar a temperaturas que oscilen entre -20 °C hasta 50 °C.
- Se fabrica bajo las normas ISO 9001-2008 con los más modernos sistemas de medición y control existentes que garantizan uniformidad de espesor y concentración en toda la longitud del tubo.
- Permite una menor pérdida de presión en comparación con tuberías de otros materiales, además, estas pérdidas no se incrementan con el paso del tiempo así como sucede con el acero, que puede llegar a duplicar las pérdidas después de varios años de servicio.
- Es compatible con diferentes productos combustibles como gasolina sin plomo, gasoil, etanol, biodiesel, etanol y keroseno, entre otros.
- Se proveen en rollos de hasta 50 metros de longitud, facilitando la conexión desde los tanques hasta los dispensadores.

Son muchas la ventajas que se pueden obtener de instalar tubería flexible de doble contención, por ejemplo, requieren de menos energía en el proceso de bombeo de combustible, no requieren mantenimiento, se pueden instalar sobre y bajo la tierra, amortigua los efectos del movimiento de la tierra como temblores o terremotos, entre otros.

Tomando en cuenta la preocupación por el impacto ambiental que la fabricación e instalación de tuberías podrían tener, hay empresas que fabrican tubería flexible utilizando polímeros que son biocompatibles y que además son 100 % reciclables.

Figura 29. **Tubería flexible instalada**



Fuente: *Tubería flexible*. <http://opsglobaltech.com/ops-tuberia-flexible-smartflex>. Consulta: 27 de febrero de 2018.

Independientemente de la marca y las dimensiones de la tubería que se seleccione para una gasolinera, en la instalación de cada estación de servicio hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

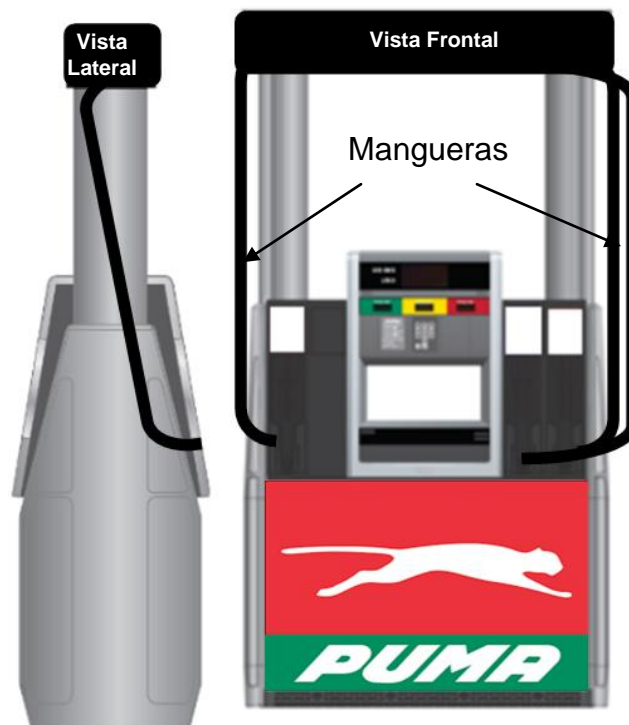
- La instalación de la tubería debe ser acorde al plano de la estación.
- Se debe dejar una pendiente mínima desde los dispensadores a los tanques de almacenamiento de combustible.
- La profundidad, del nivel de piso terminado a la parte superior de la tubería, debe ser de 50 centímetros mínimo.
- La separación mínima entre las tuberías de producto que van del tanque a cada dispensador, debe ser de 15 centímetros.
- La distancia entre las paredes de las zanjas y la tubería debe ser mayor o igual a 15 centímetros.
- Es necesaria una cama de gravilla de 15 centímetros o un poco más de espesor que de soporte y protección a la tubería sin que quede en contacto directo con el suelo del área de instalación.
- Las conexiones de las tuberías con los tanques y de las tuberías con los dispensadores, deben ser revisadas antes de realizar el relleno y las fundiciones.
- En el relleno de zanjas para cada estación de servicio, se coloca gravilla u otro material de relleno adecuadamente compactado, evitando piedras que puedan lastimar la tubería.
- El espesor de la fundición debe ser adecuado para soportar tráfico pesado y proteger el sistema de tuberías por el cual circulan los productos combustibles.

Al finalizar la instalación de las estaciones de servicio, se deben efectuar pruebas de funcionalidad a las tuberías, realizadas por empresas autorizadas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

4.4. Dispensadores

Estos son los equipos electromecánicos por medio de los cuales se despachan los productos a los clientes. Dependiendo la marca y el modelo ofrecen diversas características que varían conforme a los productos combustibles que se despachen y al tipo de vehículos a los que se les dispensa combustible.

Figura 30. Dispensador de tres mangueras



Fuente: elaboración propia.

Hay dispensadores para vehículos pequeños de uso particular, los cuales requieren mangueras de aproximadamente 4 metros de longitud; también hay para vehículos pesados como camiones, camionetas, entre otros, los cuales poseen mangueras de 5,5 metros de longitud; mientras que para surtir combustibles a barcos y aviones se utilizan dispensadores con mangueras de hasta 20 metros de longitud.

Los dispensadores de uso común en las gasolineras Puma de Guatemala, en un modelo estándar ofrecen:

- De una hasta ocho mangueras, aunque el más común es de tres mangueras.
- Cada manguera ofrece un caudal nominal de 50, 75, 90, 140, 200, 400 y hasta 500 litros por minuto.
- Soportes para las pistolas de despacho integrado al sistema de control que detienen la bomba cuando las pistolas se encuentran en ellos.
- Las pistolas poseen cierre automático, una capa protectora en varios colores para diferenciar los productos y capacidad ajustable a diversas velocidades de caudal.
- Sistema de calibración con el mínimo de partes móviles, dos pistones y tres cámaras de medición.
- Por lo regular los componentes electrónicos e hidráulicos comunes son el *display* de ventas, computador, fuente de alimentación, válvula proporcional de flujo, medidor, bomba y un motor.

- Válvula proporcional de flujo de hasta 22 galones por minuto.
- El *display* de ventas tipo led de alto contraste, por lo regular con fondo negro y segmentos blancos, con disposición de 7 dígitos para el total en unidades monetarias, de 6 dígitos para el total en galones.
- El *display* de precios también es tipo led de alto contraste, con disposición de 5 dígitos para cada precio unitario.
- Un motor de 115/230V y 60Hz.

En la instalación de dispensadores para gasolineras, se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- Los dispensadores pueden colocarse en paralelo y la distancia entre ellos debe ser por lo menos de 7 metros para facilitar el tránsito durante el despacho.
- Cuando los dispensadores se colocan en serie, la distancia entre ellos debe ser por lo menos de 5 metros para no obstruir el paso vehicular.
- Cada dispensador debe tener medidores cuentagalones independientes que compartan un mismo cuerpo fundido para optimizar el espacio hidráulico, facilitar las tareas de servicio y las de mantenimiento.
- La calibración es mejor si puede realizarse electrónicamente y de un solo paso.

- Es preferible que la manguera cuente con una válvula de corte de emergencia, situadas entre el punto de sujeción del mecanismo retráctil y la pistola de despacho.
- Tanto las mangueras de los dispensadores como las boquillas de las pistolas pueden ser de $\frac{3}{4}$ " de diámetro en el despacho de gasolina y de 1" de diámetro en el despacho de diesel.
- Debe contar con filtros para detección de separación de fases, de agua en y filtración de partículas, función D color verde para trabajar con etanol ya que por lo regular se utiliza rojo que es para filtración de partículas y morena que es para detección de agua y filtración de partículas.
- Se pueden instalar bombas inteligentes para surtir los dispensadores que permitan el flujo constante de 35 litros por minuto en hasta 8 pistolas abiertas simultáneamente, seleccionar la presión logrando un mejor flujo sin sobrepresurizar el sistema, así como el paro automático en tanque vacío. Además, tienen un sistema de auto diagnóstico que permite detectar fallas más fácilmente y es compatible con hasta el 100 % de alcohol en gasolina.

Un sistema de auto diagnóstico detecta cuando un tanque está vacío, bajo voltaje de entrada en el controlador, rotor encasquillado del motor al arranque, operaciones prolongadas, circuito abierto entre controlador y bomba, capacitores fallando en el controlador, cortocircuito entre el controlador y el motor, alta temperatura en el controlador y si el rotor está encasquillado mientras está trabajando.

Al finalizar la instalación de las estaciones de servicio, se deben efectuar pruebas de funcionalidad a los dispensadores. Estas también son realizadas por empresas autorizadas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

4.5. Pastas para medición

En el almacenamiento de productos combustibles con etanol, los tanques deben estar libres de agua para no contaminar el producto, haciendo necesario el uso de cualquier medio para detectar la presencia de agua en el producto, antes de que sea despachado en las estaciones de servicio ocasionando daños a los motores de los automóviles.

Figura 31. Pastas para medición



Fuente: *Pastas para medición*. <http://serteces.com/product/pasta-detectora-de-agua-y-combustible/>. Consulta: 15 de marzo de 2018.

Las pastas inicialmente se utilizaban únicamente para medir los niveles de combustible, sin embargo, se han modificado para que también tengan la capacidad de detectar la presencia de agua en los tanques donde se almacenan productos combustibles con etanol, de la siguiente forma:

- Establecer una herramienta de medición, por lo regular, es una vara graduada en centímetros con las dimensiones que le permitan topar el fondo del tanque.
- Verificar que la vara o herramienta de medición esté completamente limpia y seca, antes de la aplicación de la pasta.
- Aplicar la pasta sobre la vara o herramienta de medición.
- Insertar la vara con la pasta en el tanque y esperar unos minutos antes de retirarla, si la pasta cambia de color, es un indicador de problemas en las características del producto combustible almacenado.
- Interpretar los resultados, por lo general la pasta es de color castaño oscuro y al entrar en contacto con agua se pone de color rojo brillante. Hay casos en los que el porcentaje de agua en el producto combustible con etanoles mínimo, por lo que el color que adquiere es amarillo y no rojo.

4.6. Costos de tecnologías a implementar

Cada una de las tecnologías a implementar para el acondicionamiento, genera los costos que se muestran en la siguiente tabla, estos pueden variar dependiendo la marca, negociaciones realizadas o condiciones del mercado.

Tabla IV. **Costos de tecnología a implementar**

Equipo	Cantidad	Marca	Descripción	Costo
Tanques	1 unidad	Glasteel ii	Doble pared de 6000 galones	Q. 50 584,50
Sensores	2 unidades	Atg	Sensores	Q. 937,50
Tuberías	40 metros	Rheomax	Pared compuesta 63/110mm	Q. 9 000,00
Dispensadores	1 unidad	Helix 5000	Dispensador de tres mangueras	Q. 15 000,00
	1 unidad	Fe petro	Bomba y controlador	Q. 22 500,00
	1 unidad	Fuel tec	Filtro agua/etanol azul	Q. 103,13
	1 unidad	Fuel tec	Filtro agua/etanol verde	Q. 103,13
Pastas	1 unidad	Kolorkut	Pasta para etanol	Q. 77,93
	1 unidad		Pasta para agua	Q. 66,75
Costo total				Q. 98 372,93

Fuente: elaboración propia.

El costo total que se muestra en la tabla, es el monto que se puede generar si se realiza una nueva estación de servicio con la capacidad para despachar producto combustible con etanol.

5. PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO PARA GASOLINERAS EXISTENTES

El proceso de acondicionamiento para el despacho de productos combustibles con etanol en gasolineras existentes inicia en el área de tanques por ser el lugar donde se almacena el producto. El proceso continúa con la verificación de funcionamiento de los dispositivos de despacho, así como de las tuberías, ya que por medio de ellos es posible extraer el producto de los tanques y realizar los despachos.

Al tener los tanques, las tuberías y los dispensadores en las condiciones adecuadas, se realiza la solicitud del producto, siempre que se tenga los conocimientos respecto al manejo y recepción de productos con etanol. La primera descarga debe realizarse bajo supervisión de personal calificado, asignado por la empresa y se realiza como una inducción al personal de la estación que se queda a cargo de verificar las descargas en adelante.

Después de la primera descarga, se realiza la notificación ante el Ministerio de Energía y Minas para que autorice el despacho del producto. Todas estas acciones generan un costo, el cual se describe al finalizar el capítulo.

Considerando el impacto ambiental y económico que genera la comercialización de productos combustibles, es imperante la correcta administración y gestión del acondicionamiento que se propone, esto no solo garantiza la oportunidad de introducir un nuevo producto al mercado, sino que permite hacerlo de una forma segura.

5.1. Tanques de almacenamiento

En los tanques de almacenamiento se revisa la selladura de las válvulas *spill container*, la instalación de empaques en tapas de *mand hold*, se realiza la limpieza de tanques y la prueba de hermeticidad. Estos son procesos que, por lo general, se realizan en los mantenimientos preventivos cada seis o doce meses dependiendo de la antigüedad de la gasolinera.

Dependiendo del tipo de gasolinera y su administración, se puede contratar a personal especializado en esos procesos o puede contar con personal capacitado para realizarlos internamente.

5.1.1. Selladura de válvulas *spill container*

Lo primero que se revisa es la tapadera, si se encuentra floja, se destapa para determinar por qué se encuentra en ese estado; por lo regular esto se debe a empaques o acoples en mal estado; aunque también puede deberse a descuidos de la última persona que realizó una descarga al colocar la tapadera.

Si el empaque o los acoples de la tapadera están en mal estado se procede a cambiarlos, si están en óptimas condiciones se prosigue con la revisión de los *niples*, la válvula de drenado y el acordeón.

En caso de encontrar averías en *niples*, válvula de drenado o roturas en el acordeón, se verifica si tiene reparación o si requieren cambio. Si se encuentran en buen estado, se procede a cerrar el sistema, asegurando adecuadamente la tapa; si requiere reparación, se notifica y pide autorización para proceder; si requiere cambio, se notifica para que la administración verifique si se tiene repuesto o para que se proceda con la compra y así pueda realizarse el cambio.

5.1.2. Instalación de empaques en tapas de *man hold*

En este punto se procede a revisar los empaques de las tapas, primero que cuenten con todos los empaques, que estén en buenas condiciones y si hacen falta, se reporta para la adquisición de nuevos empaques para no comprometer la hermeticidad del sistema.

5.1.3. Limpieza de tanques

Para el mantenimiento de tanques, lo primero que se debe hacer es sacar una muestra de combustible determinando si el producto posee sedimentos y en qué proporción, lo que permite determinar si requiere de limpieza de tanque o no. En cambio, para el acondicionamiento, el procedimiento a seguir depende del estado en el que se encuentre el tanque; por esto, se pueden presentar las siguientes situaciones:

- Que el tanque esté vacío: si es así, el tanque se lava a presión y se extrae el agua por succión.
- Que el tanque esté a menos del 20 % de su capacidad: de ser así, se extrae el producto por succión, almacenando el producto en pipa, se lava el tanque a presión y se extrae el agua por succión.
- Que el tanque esté a más del 20 % de su capacidad: de ser así, se realiza un barrido del fondo del tanque, primero se extrae el agua desechándolo en donde corresponde y luego se extrae el producto por succión almacenándolo en pipa, ya vacío se lava el tanque a presión y se extrae el agua nuevamente por succión.

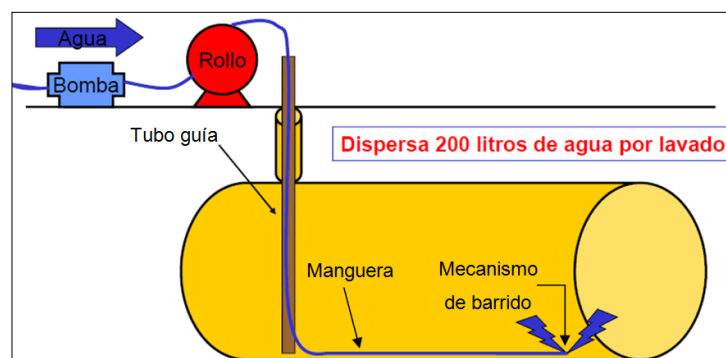
Figura 32. **Equipo para limpieza de tanques**



Fuente: elaboración propia.

Para el barrido, se utiliza una boquilla de poder diseñada a la medida, que arroja chorros en forma plana a lo largo y lados de la superficie del tanque, mientras el tanque conserva su combustible en forma normal. El lavado a presión se realiza por medio de una bomba de poder que dispersa hasta 200 litros de agua para limpiar y enjuagar a presión, contando con un medidor digital de flujo.

Figura 33. **Limpieza de tanques**



Fuente: elaboración propia.

En el tanque se introduce un tubo guía, en el cual se inserta la manguera con el mecanismo de barrido y después la manguera de succión. Por lo general, la limpieza de tanques está a cargo de una empresa especialista en ello, que se encarga de medir la conductividad de agua utilizada en enjuague, prueba el agua removida y repite el lavado a presión hasta que el agua utilizada esté dentro de los mil micrómetros de la medida base, para luego remover la totalidad del agua.

El agua removida se coloca en tambores de 55 galones y se maneja como desecho tóxico, retirado por la empresa que realiza la limpieza. Antes de recibir la carga de nuevo combustible con mezcla de etanol, se debe revisar la tubería y cambiar los filtros.

5.1.4. Prueba de funcionalidad de tanque

Consiste en verificar que el tanque se encuentre libre de fugas, que está apto para almacenar productos combustibles. Las pruebas de funcionalidad de los tanques se realizan utilizando el método correspondiente a la normativa *EPA/530/UST-090/010 standard test procedures for evaluation leak detection methods: non volumetric tank tightnes testing methods*, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

Al igual que con la limpieza de tanques, la prueba de funcionalidad la realiza una empresa especialista en ello y autorizada para certificar el trabajo. La señalización y circulación del área de trabajo está a cargo del personal de la empresa contratada para realizar la prueba de funcionalidad; dicho personal debe contar con su equipo de protección individual; caso contrario, no se le deja realizar la prueba.

Figura 34. Prueba de funcionalidad en tanques



Fuente: elaboración propia.

5.2. Equipos de despacho

Asegurar el despacho adecuado de productos combustibles con etanol depende, en gran medida, del buen estado de los elementos que integran el sistema de cada estación de servicio, principalmente, los tanques, equipos de despacho y tuberías.

Los tanques y las tuberías se encuentran enterrados, como medio de protección contra los factores ambientales externos. Mientras que los equipos de despacho, internamente se mantienen en contacto con el producto combustible, externamente está expuesta a la humedad, suciedad, accidentes, manipulación diaria de sus mangueras y pistolas, entre otros.

En la mayoría de las gasolineras de Guatemala, se tienen dos modalidades de despacho:

- Servicio completo: en este caso, el personal de la empresa despacha el producto, limpia vidrios, chequea llantas, agua, aceite, líquido de frenos e hidráulico. Dependiendo de la cantidad de producto que se solicite, se puede programar la bomba para que despache una cantidad precisa, o se puede dejar la bomba abierta para llenar el tanque del vehículo. Todas las gasolineras Puma cuentan con sensores que cierran la bomba al detectar que el tanque está lleno y evitar así derrames.
- Autoservicio: en este caso, los clientes de la empresa se despachan el producto por sí mismos. Se dirigen a la cabina de cobro, donde pagan el producto y el cajero programa el despacho liberando la bomba para que sea utilizada según la cantidad de producto pagado.

En cualquiera de los dos casos, cada gasolinera debe asignar a una persona que se encargue de monitorear que los dispensadores se encuentren en buen estado; es decir, verifican pistolas, mangueras, bombas, empaques, filtros, sensores de alarmas, entre otros; si esto se realiza periódicamente, el acondicionamiento es más sencillo y únicamente se requiere de cambios de empaques y filtros.

5.2.1. Cambio de empaques metros

Es importante la revisión y el cambio de los empaques ya que de ellos depende conservar la hermeticidad del sistema y el accionamiento de la bomba de distribución.

Figura 35. Cambio de empaques para acondicionamiento



Fuente: elaboración propia.

Es una actividad sencilla que puede ser realizada por el personal de la gasolinera, previamente capacitado para ello, tomando las medidas de seguridad necesarias, especialmente la señalización del área y la circulación del perímetro del dispensador en proceso.

Es recomendable realizar este proceso, inmediatamente después de finalizado el proceso de limpieza de tanques y previo a la primera descarga del producto combustible con etanol.

5.2.2. Cambio de filtros

Como parte del acondicionamiento, es imprescindible el cambio de filtros, ya que de esto depende la detección de fallas como la separación de fase, que pueden dañar seriamente los motores de los vehículos.

Figura 36. Filtros para dispensadores de combustibles



Fuente: elaboración propia.

El filtro debe ser especial para productos combustibles con etanol; por lo regular, se utilizan filtros de etiqueta roja que únicamente detecta filtración de partículas y filtros de etiqueta café, que detectan agua y filtración de partículas. Pero para el acondicionamiento se requiere filtros para detección de agua en etanol y separación de fases de etiqueta azul o verde.

5.3. Tuberías

Permanecer en constante contacto con los productos combustibles, hace indispensable verificar que las tuberías funcionen correctamente. Por lo general, se presentan tres tipos de problemas en las tuberías:

- Fuga en unión con tanque: a veces se detectan fugas en el acople entre el tanque donde se almacena el producto y la tubería de descarga. Esto puede ocurrir por un cambio drástico en la presión del sistema, por instalación incorrecta o mala calidad de los elementos de acople, entre otros.
- Fuga en unión con dispensador: también se detectan ocasionalmente fugas en el acople entre la tubería de descarga y los dispensadores. Por lo general, ocurre por las mismas causas que en el caso anterior, cambio en la presión del sistema, instalación incorrecta, mala calidad de los elementos de acople, entre otros.
- Fuga en trayectoria: aunque muy rara vez se observa este problema, también se han detectado fugas en la trayectoria de la tubería; que puede ocasionarse por instalación incorrecta, mala calidad de la tubería o incompatibilidad del material de la tubería con el producto combustible que fluye por ella.

Tomando en cuenta los riesgos de fuga, la prueba de funcionalidad de tuberías es indispensable como parte del acondicionamiento que se realice en las gasolineras en las que se quiere introducir productos combustibles con etanol.

5.3.1. Prueba de funcionalidad de tuberías

Las gasolineras que sean acondicionadas para despachar productos con etanol, necesitan efectuar la prueba de funcionalidad de las tuberías, la cual consisten en:

- Comprobar que sea compatible con productos combustibles con etanol
- Verificar estado de los acoples con el tanque
- Verificar estado de los acoples con el dispensador
- Realizar la prueba de presión para detección de fugas internas

El método utilizado cumple con la normativa *EPA/530/UST-90/010 standard test procedures for evaluation leak detection methods: pipeline leak detection systems*, autorizado por el Ministerio de Energía y Minas, ya que los resultados deben ser notificados ante dicho Ministerio en Guatemala.

Figura 37. Tuberías del sistema



Fuente: elaboración propia.

5.4. Manejo y recepción de productos con etanol

Es indispensable que, como parte del acondicionamiento de cada estación de servicio, también se informe al personal de la gasolinera sobre los aspectos más importantes que deben saber respecto al manejo y recepción de productos combustibles con etanol.

Aunque el producto es transportado, almacenado y despachado con mecanismos similares al combustible y al diésel, hay aspectos en los cuales hay que prestar mayor atención, sobre todo por la reacción que se puede producir al entrar en contacto con ciertos elementos como el agua, plomo, cobre, poliuretano, entre otros.

En consecuencia, no solo se pueden generar pérdidas económicas y materiales, sino ocasionar accidentes graves, los cuales pueden evitarse al informar sobre: cómo realizar la medición de tanques para asegurar las condiciones de almacenamiento, la forma cómo se debe llevar a cabo la verificación de producto en pipa cuando se recibe el producto y el procedimiento de descarga, con principal énfasis en la primera descarga.

5.4.1. Medición de tanques

Durante el almacenamiento de productos combustibles con etanol, en los tanques de la gasolinera acondicionada, es necesario monitorear la presión, así como la filtración de agua, lodos o sedimentaciones. Aunque todo es importante, la presencia de agua puede dañar motores y generar pérdidas de producto al darse la separación de fases que es irreversible, por lo que es el factor al que se le da mayor atención.

Al momento de la primera descarga, el tanque donde se almacena el producto debe estar completamente vacío, limpio y seco. El administrador de la gasolinera debe asegurarse de cumplir con estas condiciones y presenciar el proceso.

Aunque la acumulación de agua en los tanques es inevitable, si puede reducirse al monitorear su presencia y succionarla en cuanto se detecta, ya que si se da la separación de fases, esto es irreversible y debe desecharse el producto. Documentar cada medición realizada en los tanques es una excelente forma de llevar un control del estado del tanque durante períodos de tiempo específicos para su posterior análisis.

5.4.2. Verificación de producto en pipa de transporte

Esta es una inspección visual que se le realiza al producto combustible con etanol, principalmente, para verificar que el producto no tenga agua.

Figura 38. Muestreo en pipa de transporte



Fuente: elaboración propia.

La verificación de producto en pipa de transporte, requiere de un cacho de muestra y una jarra de muestra. El cacho es una válvula adaptada que se instala en la salida de la pipa para obtener una muestra del producto que contiene; y la jarra es el recipiente de vidrio en la que se contiene la muestra para visualizar la composición del producto durante unos minutos.

Básicamente consiste en realizar un muestreo del producto, antes de realizar la descarga en el tanque donde la gasolinera acondicionada almacenará el producto combustible con etanol.

5.4.3. Descarga de producto

Para realizar la primera descarga de producto combustible con etanol se realiza lo siguiente:

- Revisión de tanque de almacenamiento, que esté completamente vacío, limpio y seco.
- Verificación del producto en pipa de transporte o muestreo antes de realizar la descarga.
- Posicionamiento de la pipa de transporte en área de tanques.
- Circulación y señalización del área de descarga.

En la primera descargade producto combustible con etanol, se puede seguir el procedimiento normal de descarga en tanques, asegurando los procedimientos de control establecidos para ello. Adicional, es necesario lo siguiente:

- Validar la descarga de producto en el compartimiento correcto para el tanque, con el transportista, asegurándose de que los tanques estén debidamente identificados y etiquetados.
- Llenar el tanque al menos al 80 % de su capacidad.
- Mantener el tanque lo más lleno posible durante 7 a 19 días.
- Verificar continuamente la presencia de agua en el fondo de los tanques, durante la descarga.
- Verificar la presencia de agua en el fondo de los tanques, al principio de cada turno, durante las primeras 48 horas después de la primera descarga.
- Si se detecta presencia de agua en el tanque, notificar inmediatamente a mantenimiento para coordinar su remoción y limpieza.
- Asegurar que los filtros en los dispensadores han sido reemplazados y si en la continuidad de la operación se detecta flujo lento, reportar a mantenimiento para coordinar su reemplazo.
- Verificar la calibración de los dispensadores dos semanas después de la descarga inicial.
- Realizar inspecciones regularmente para detección de fugas en el sistema.
- No se deben realizar despachos durante la primera descarga.

Después de la primera descarga se recomienda verificar la presencia de agua en el fondo de los tanques diariamente como procedimiento normal de la operación en la estación de servicio.


5.5. Notificación ante Ministerio de Energía y Minas para la autorización de despacho de combustibles con etanol

Para despachar combustibles con etanol es necesario realizar una notificación ante el Ministerio de Energía y Minas, para que este de su autorización. La notificación se redacta tipo carta, con la siguiente estructura:

- En el encabezado, preferiblemente colocar el membrete de la empresa que elabora la notificación.
- Se coloca la profesión, el nombre y el puesto de la persona a quien se dirige la notificación, que por lo general es el Director General de Hidrocarburos que se encuentre vigente en el Ministerio de Energía y Minas.
- Se presenta el nombre y puesto de la persona que realiza la notificación, certificando que se ha realizado la extracción de agua y limpieza de sedimentos en los tanques para almacenar mezcla de gasolina etanol, así como sus respectivas pruebas de funcionalidad.
- También, se incluyen los datos de la estación de servicio en la que se realizan las pruebas.

En la siguiente figura se muestra el esquema anteriormente descrito, el cual puede ser utilizado como guía para todas las estaciones de servicio que se desee acondicionar.

Figura 39. **Notificación**



Ingeniero
César Augusto Corado Elías
Director General de Hidrocarburos
Ministerio de Energía y Minas
Su despacho

Señor Director:

Por este medio, yo: NOMBRE COMPLETO, propietario (o representante legal) de la empresa PUMA en Guatemala

☠️ 🏠 🌳 🖐️ 📄 🖐️ 🏠

NOTIFICO

Que en la ciudad de Guatemala, en la zona Zona 15 de la ciudad de Guatemala, en la que se almacenará mezcla de gasolina-etanol, se procedió a la EXTRACCIÓN DE AGUA Y LIMPIEZA DE SEDIMENTOS en 1 tanque que almacena gasolina super y 1 tanque que almacena gasolina regular. Así mismo, se realizaron las PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DE LOS TANQUES EN REFERENCIA Y SUS LÍNEAS DE PRODUCTO, utilizando el método correspondiente a la normativa: EPA/530/UST-90/005-*STANDARD TEST PROCEDURES FOR EVALUATION LEAK DETECTION METHODS: NON VOLUMETRIC TANK TIGHTNESS TESTING METHODS*, para los tanques y el método correspondiente a la normativa: EPA/530/UST-90/010 *STANDARD TEST PROCEDURES FOR EVALUATION LEAK DETECTION METHODS: PIPELINE LEAK DETECTION SYSTEMS*, para las tuberías. Ambos autorizados por esa Dirección a ésta empresa, obteniendo resultados normalmente satisfactorios. No se solicitó código OPES, puesto que las pruebas de funcionalidad no son válidas para otro trámite ante ese Ministerio.

Se extiende la presente en la Ciudad de Guatemala, a los 15 días del mes de marzo del año dos mil dieciocho.

FIRMA
NOMBRE COMPLETO
PROPIETARIO O REPRESENTATE LEGAL
NOMBRE DE LA EMPRESA

SELLO DE LA EMPRESA

Fuente: elaboración propia.

5.6. Costos de limpieza de tanques y selladuras

Las actividades de limpieza de tanques son necesarias para el acondicionamiento, así como el aseguramiento de selladuras, generan los costos que se presentan a continuación:

Tabla V. Costo de acondicionamiento en tanques

Núm.	Descripción	Costo (Q.)
1	Limpieza de tanques	Q. 7 500,00
2	Inspección y reparación de sellos en tanque	Q. 1 875,00
3	Inspección y reparación de sellos en tuberías	Q. 1 875,00
Total		Q. 11 250,00

Fuente: elaboración propia.

El costo de las inspecciones se puede reducir, si el propietario o administrador de la gasolinera notifica las condiciones reales en la que se encuentran los tanques y tuberías, solicitando únicamente la reparación en caso sea necesario.

5.7. Costos cambio de empaques y filtros equipos de despacho

El acondicionamiento en dispensadores requiere de cambios de empaques y filtros esencialmente; sin embargo, dependiendo de las condiciones en las que se encuentren los equipos de despacho, así puede incrementar el costo de su acondicionamiento; esto se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla VI. **Costo de acondicionamiento en dispensadores**

Núm.	Descripción	Costo (Q.)
1	Filtros	Q. 150,00
2	Sello del medidor	Q. 1 875,00
3	Calcomanías de dispensador	Q. 112,50
4	Desconexión y reinstalación del dispensador	Q. 1 125,00
5	Pistolas	Q. 562,50
6	Mangueras	Q. 525,00
7	<i>Breakway</i>	Q. 337,50
8	<i>Swivels</i>	Q. 270,00
Total		Q. 4 957,50

Fuente: elaboración propia.

5.8. Costo pruebas de funcionalidad

Debido a que las pruebas de funcionalidad son indispensables en el proceso de acondicionamiento, el costo que se genera, se mantiene constante sin importar las condiciones en las que se encuentre el sistema; dichos costos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Costo de acondicionamiento por funcionalidad**

No.	Descripción	Costo (Q.)
1	Prueba de hermeticidad	Q. 3 750,00
2	Prueba de funcionalidad ATG	Q. 937,50
Total		Q. 4 687,50

Fuente: elaboración propia.

5.9. Costo total acondicionamiento

En la siguiente tabla se presenta el costo total de acondicionamiento mínimo y máximo que se puede generar.

Tabla VIII. Costo total de acondicionamiento

Núm.	Descripción	Costo mínimo	Costo máximo
1	Acondicionamiento en tanques	Q. 7 500,00	Q. 11 250,00
2	Acondicionamiento en dispensadores	Q. 2 137,50	Q. 4 957,50
3	Acondicionamiento por funcionalidad	Q. 4 687,50	Q. 4 687,50
4	Acondicionamiento general	Q.2 378,93	Q.2 378,93
Costo total de acondicionamiento		Q. 16 703,93	Q. 23 273,93

Fuente: elaboración propia.

La diferencia entre el costo mínimo y máximo, que se genera en el acondicionamiento, depende de las condiciones operativas en las que se encuentren las gasolineras al momento de hacer la inspección. El costo de acondicionamiento general toma en cuenta el muestreo del producto que se realiza al recibirlo, es de Q. 2 378,93.

De acuerdo a los cálculos realizados, el costo total de acondicionamiento puede oscilar entre Q. 16 703,93 y Q. 23 273,93.

6. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL USO DE COMBUSTIBLES CON ETANOL

La preocupación por las condiciones actuales del medio ambiente es un incentivo para la investigación de nuevas fuentes de energía, tecnologías y opciones varias para disminuir la contaminación.

El uso de combustibles con etanol es una opción viable para reducir el porcentaje de dióxido de carbono, que es el principal gas contaminante que influye en el cambio climático, así como la contaminación diaria a nivel mundial y merece la pena la investigación de los beneficios que ofrece.

El porcentaje de dióxido de carbono que emite cada país está relacionado a la cantidad de vehículos en circulación, aunque no es el único factor contaminante; hay países como Estados Unidos y China que tienen más de 200 millones de vehículos en circulación, siendo también, los dos países más contaminantes del mundo.

Tomando en cuenta la extensión territorial, es lógico que un país como China o Estados Unidos tenga más vehículos que Guatemala; sin embargo, tener más de 3,54 millones de vehículos, también lo convierte en un país emisor de dióxido de carbono que debe fomentar la investigación de alternativas más amigables con el medio ambiente que contribuyan con el desarrollo sostenible del país y permitan conservar los recursos naturales que posee. Dichos recursos también se han visto afectados por la tala de árboles y el exceso de basura, que son otros problemas que se deben solucionar.

La calidad de vida de los ciudadanos se ve afectada de acuerdo al grado de contaminación que se tenga en un país; por esto los gobiernos promueven la investigación de posibles alternativas que pueden sustituir el uso de productos contaminantes. Sin embargo, no solo es responsabilidad de las entidades gubernamentales, los ciudadanos, también pueden contribuir con la disminución de contaminación en el mundo, evitando consumir productos contaminantes o disminuyendo su utilización en las actividades.

Figura 40. **Tránsito vehicular en Guatemala**



Fuente: *Tránsito vehicular*. <https://www.canalantigua.tv/razones-trafico-ciudad/>. Consulta: 22 de febrero de 2018.

Sólo en la ciudad de Guatemala, del tránsito total, el 75 % corresponde a vehículos particulares, el 18 % a motocicletas, el 4 % es de transporte pesado, 2,94 % de transporte público y el 0,06 % transporte alternativo como bicicletas. Los datos resultan interesantes, ya que según la comuna, el 41 % de ciudadanos se moviliza en transporte público; es decir, el 59 % utiliza vehículos propios, no solo para ir a trabajar, sino para diversas actividades que incrementan el tiempo de circulación, lo cual se ve reflejado en el tránsito de todo el día.

De las empresas que operan en el país, hay algunas nacionales y multinacionales, con gran sentido de la responsabilidad social y ambiental, que también enfocan sus esfuerzos en la investigación de alternativas amigables con el medio ambiente, sobre todo si se encuentran involucrados en la producción o comercialización de productos asociados a los contaminantes en cuestión. De aquí el interés de empresas como Puma, en producir y comercializar combustibles con etanol; empresas como Toyota, en fabricar autos que sean aptos para el uso de estos combustibles y que tengan mejor rendimiento.

Entonces, si el gobierno de cada país, sus ciudadanos y empresas que operan en ellas buscan implementar el uso de combustibles con etanol, es posible que obtengan los siguientes beneficios:

- La materia prima para la producción de etanol puede obtenerse de los desechos generados en la producción de azúcar, maíz, remolacha, uva o papa, entre otros.
- Según estudios realizados, por cada 1 000 hectáreas de caña sembrada, se logra retener 60 000 kilos de CO₂ al año. Esto demuestra que se pueden obtener beneficios ambientales desde su producción.
- Debido a que Guatemala tiene alta producción de azúcar y maíz, la materia prima para la producción de etanol es de bajo costo, convirtiéndose en una fuente de ingreso extra para las empresas productoras.
- Se incrementa el rendimiento de los combustibles al adicionarle etanol.

Figura 41. **Aprovechamiento de tierras para cultivo**



Fuente: *Tierras de cultivo*. <http://www.intracen.org/Aprovechamiento-de-asociaciones-privadas-Pequeños-agricultores-guatemaltecos-explotan-nuevos-mercados/>. Consulta 19 de febrero de 2018.

- A nivel agrícola, se logra promover el aprovechamiento de tierras para el cultivo de caña y maíz, generando empleos para los agricultores del sector rural en el país, lo cual revitaliza la economía rural que es el sector con mayor índice de pobreza en Guatemala.
- El etanol es un compuesto de alto octanaje que se quema en su totalidad sin expulsar restos contaminantes en forma gaseosa y, por lo tanto, propicia menores emisiones contaminantes a la atmósfera. Este es otro beneficio ambiental que se obtiene de su uso.
- Basado en la aceptación del producto, se fortalece la investigación de nuevas alternativas de fuentes de energía que sean renovables y amigables con el medio ambiente.

- Las empresas fabricantes de vehículos, también se ven obligadas a investigar alternativas para que sus motores se adapten a las exigencias ambientales en el mundo.

Los resultados de implementar el uso del etanol en los países se dan de forma gradual y cada uno va a su propio ritmo. En países como Brasil, se ha logrado implementar más rápidamente que en Centroamérica, pero esto no implica que no se pueda lograr, únicamente que se debe trabajar más en la implementación.

6.1. Combustible renovable con productos agrícolas

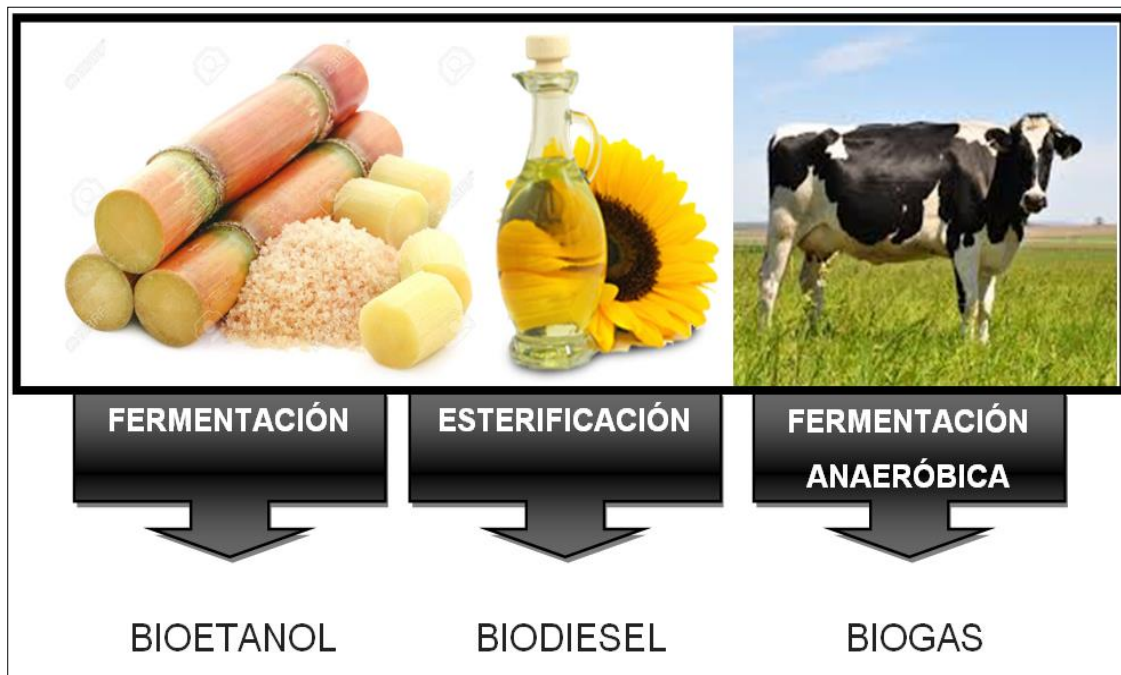
Se han realizado varias investigaciones, respecto al impacto de los productos combustibles con etanol en los vehículos y en el medio ambiente a nivel mundial, comprobando que efectivamente se reduce la cantidad de contaminantes en el proceso de combustión, que mejora el rendimiento de los automóviles que lo utilizan, pero que no puede exceder de ciertos porcentajes para que sea compatible con los motores de la mayoría de autos que circulan actualmente.

También, se ha invertido en diversos estudios para descubrir combustibles que sean renovables con productos agrícolas, que además, sean de fácil producción, distribución y uso. Es decir, se busca que sean compatibles con los automotores que ya existen y que puedan ser distribuidos por las gasolineras actuales o por otros medios accesibles. Entre las principales alternativas que se tienen para combustible renovable:

- Bioetanol: es un producto que se obtiene a partir de la fermentación de dos tipos de biomasa, la que es rica en azúcares y la que es rica en

almidones, tales como la caña de azúcar, maíz u otros cereales. Este puede combinarse en diversos porcentajes con gasolina para mejorar su rendimiento y disminuir la contaminación que producen.

Figura 42. **Biocombustibles**



Fuente: elaboración propia.

- Biodiésel: es un producto que se puede obtener de plantas oleaginosas, grasa animal y aceites alimenticios, mediante procesos industriales como la esterificación y la transesterificación. Este puede combinarse en diversos porcentajes con diesel para disminuir el desgaste del circuito de combustible y extender la vida útil de los inyectores en los autos diésel.
- Biogás: es una de las fuentes alternativas de energía renovable no fósil de mayor aceptación, se produce a partir de la basura, estiércol o materia

orgánica mediante fermentación anaeróbica. Puede utilizarse en calderas, como combustible para vehículos o en motores para generar electricidad.

- Biohidrógeno: se produce biológicamente por algas y bacterias; este es un producto que aún está en la fase de investigación respecto a su producción y utilización como alternativa de energía renovable.
- Biometanol: también es un producto bajo investigación, se puede sintetizar por medio de gas natural o incluso a partir de CO₂, lo que ayudaría a reciclar este gas del ambiente.

6.2. Disminución de gases dañinos para el medio ambiente

Cada país es responsable de las medidas que implemente para disminuir, o incluso eliminar, la cantidad de contaminantes que emite, así como de fomentar una cultura más responsable en cuanto a temas ambientales.

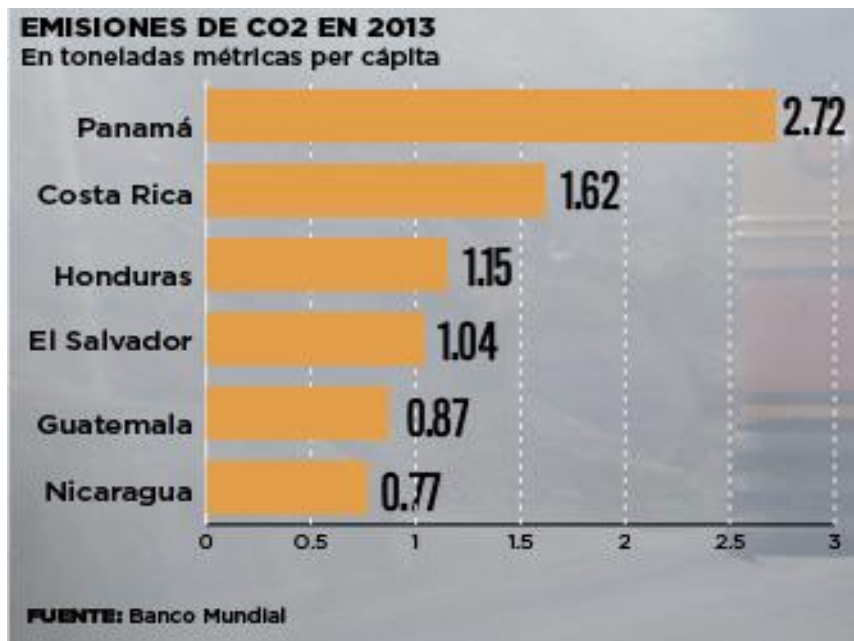
Una de las principales preocupaciones ambientales a nivel mundial, es el efecto invernadero, ya que el globo terrestre retiene la radiación solar gracias a la acumulación de gases en la atmósfera. Entre los gases responsables del efecto invernadero se tiene:

- Dióxido de carbono: CO₂
- Clorofluoros carbono CFC
- Metano CH₄
- Óxido nitroso N₂O

De los gases antes mencionados, el que produce la mayor contaminación es el CO₂, su contribución al calentamiento global es de 83 % y proviene principalmente de la quema de combustibles.

Si se hace un análisis de la emisión de dióxido de carbono a nivel centroamericano, se tienen que Guatemala emite 0,87 toneladas métricas *per cápita* al año, Honduras 1,15, El Salvador 1,04, Costa Rica 1,2, Nicaragua 0,77 y por último Panamá 2,72. En la siguiente gráfica se ordenan estos porcentajes de acuerdo a la cantidad de dióxido de carbono que emiten de menor a mayor.

Figura 43. **Emisiones de CO₂ per cápita en 2013**



Fuente: *Emisión de CO₂*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/409284-nicaragua-es-mas-limpia-istmo-emisiones-co2/>. Consulta: 13 de febrero de 2018.

En la gráfica anterior se observa que en Centroamérica, Panamá tiene mayor tendencia a contaminar la atmósfera que los demás países, a pesar de

que es el país con menor población. A diferencia de Nicaragua, que tiene mayor extensión territorial y dos millones de pobladores más, pero es quién emite la menor cantidad de CO₂ al ambiente.

Si se analiza la cantidad de kilotoneladas de CO₂ que emite cada país, Guatemala emite 13,6 millones de kilotoneladas al año, tal como se observa en la siguiente gráfica; probablemente esto se deba a que su población excede los 16 millones. Mientras que Nicaragua continúa siendo el que menos contaminación produce y a pesar de tener mayor extensión territorial, posee únicamente 6,5 millones de pobladores.

Figura 44. **Emisiones de CO₂ por país en 2013**



Fuente: *Emisión de CO₂*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/409284-nicaragua-es-mas-limpia-istmo-emisiones-co2/>. Consulta: 14 de febrero de 2018.

Panamá posee alrededor de 4 millones de habitantes y ocupa el segundo lugar en emisión de CO₂, lo que indica que probablemente la contaminación que presenta se deba más a sus actividades comerciales y productivas.

Cualquiera que sea la razón de la contaminación que se produce, es necesario que cada país establezca las medidas que le permitan combatir la contaminación, ya que la falta de interés en implementar acciones eficientes en la reducción de emisión de CO₂, es una de las principales causas del cambio climático tan radical que se está experimentando en la actualidad mundialmente.

Se sabe que la elaboración de ciertos productos, también se emiten ciertas cantidades de dióxido de carbono, entre estos está la fabricación de plásticos emite 1,3 % del total de emisiones en el mundo al año, la producción del cemento constituye aproximadamente el 5 %, la fabricación de ropa de acuerdo a los materiales que se utilizan emiten hasta 9 % y así sucesivamente; las actividades del hombre, van incrementando la cantidad de emisiones de gases del efecto invernadero en el mundo y pareciera pasar inadvertido.

Acciones pequeñas pueden hacer una gran diferencia. Si cada ciudadano fuera más consciente con el medio ambiente, no se esperaría a que los gobernantes prohíban el uso de diesel u otros productos contaminantes. Implementar cambios sencillos, pueden disminuir la contaminación que se produce en cada país. Por ejemplo:

- El uso consciente de los vehículos
 - Darle mantenimiento adecuado y constante al vehículo, revisar el escape, catalizador, sistema de inyección, filtro de aceite e incluso

la presión de las llantas, ya que cualquiera de estos puede incrementar el consumo de combustible o afectar la combustión en el motor.

- Mantener un control de los servicios que se le dan al automóvil.
- Para realizar las compras en la panadería, tienda, tortillería, mercado, entre otros, se puede utilizar bicicleta o caminar, no solo se evita el consumo de gasolina, sino que también se ejercita el cuerpo.
- Si para ir a almorzar al comercial que está enfrente del edificio donde se trabaja, se tiene que rodear la manzana, es mejor ir caminando.
- Evitar salir a las horas que sabe que hay mayor tráfico, o sale antes o sale después.
- Moderar la velocidad al manejar y no acelerar el carro mientras se está parado.
- Compartir el automóvil, es decir, evitar utilizar el auto para una sola persona. Si hay dos o más personas que tienen que hacer un mismo trayecto, ponerse de acuerdo para no usar dos automóviles.
- Utilizar las aplicaciones que están disponibles para evitar rutas congestionadas y encontrar otras rutas más cortas

- Evitar el uso de aire acondicionado, en trayectos largos y a alta velocidad, es mejor mantener las ventanillas cerradas.
- No mantener cargas innecesarias en el maletero.
- Si se encuentra con accidentes, bloqueos o semáforos que impiden el paso por más de dos minutos, es mejor apagar el automóvil hasta que se le indique que puede pasar.
- Acciones correctas en el hogar
 - Evitar quemar plásticos u otros materiales que puedan emitir gases al ambiente.
 - Asolear agua para bañarse en lugar de usar calentadores de gas u otros, esto también contribuye a disminuir la contaminación.
 - Evitar la tala de árboles e incluso sembrar árboles si se tiene el espacio disponible.

Todas estas acciones, por simples que parezcan, tienen alto potencial de disminuir los contaminantes que afectan en el ambiente, siendo responsabilidad de cada persona el implementarlas.

6.3. Eliminación de aditivos nocivos para la salud humana

Hay empresas que utilizan aditivos en las gasolinas, ya sea para uso vehicular o industrial. Dependiendo del tipo de aditivos que se utilicen, estos pueden ser nocivos para la salud humana, aunque se obtenga con ellos una mejora en su rendimiento.

CONCLUSIONES

1. Los requisitos que la legislación de hidrocarburos demanda para el almacenamiento y despacho de productos combustibles con etanol en Guatemala, son: que se realicen las pruebas de funcionalidad en tanques y tuberías de la gasolinera en acondicionamiento, de acuerdo a los métodos aprobados por el Ministerio de Energía y Minas; que se notifique a dicho ministerio sobre las pruebas realizadas; y que se valide que las tecnologías empleadas sean las adecuadas para el producto combustible con etanol.
2. La empresa seleccionó tres gasolineras que representan los tres tipos de instalaciones que operan en Guatemala: Puma Landívar ubicada en la zona 15 de la ciudad de Guatemala, es una gasolinera agencia, posee tecnología compatible con los combustibles con Etanol y requiere acondicionamiento mínimo; Puma km 19 CES ubicada en carretera a El Salvador, es una gasolinera CODO, posee tecnología compatible con los combustibles con etanol y requiere acondicionamiento máximo; y por último, Puma Tikal Plus ubicada en la zona 7 de la ciudad de Guatemala, es una gasolinera DODO, no posee tecnología compatible con los combustibles con etanol y no es posible hacer un acondicionamiento, más bien tendría que instalarse una nueva estación de servicio, si se quiere vender el producto.
3. De acuerdo al estudio de las tecnologías disponibles para el despacho de combustibles con etanol, los tanques deben ser de doble pared preferiblemente de acero y fibra de vidrio; las tuberías deben ser

flexibles, de doble pared y preferiblemente con acoples electrosoldados; los dispensadores deben contar con filtros adecuados para la detección de agua, separación de fases y sedimentación; por último y no menos importante, se debe contar con pasta para medición y un sistema para control de inventario capaz de monitorear el estado de los tanques, tuberías y estaciones de servicio.

4. De acuerdo al estudio realizado, se puede determinar que el costo del proceso de acondicionamiento varía dependiendo del estado en que se encuentren las instalaciones de las gasolineras donde se realice. El costo de un acondicionamiento mínimo es de Q. 16 703,93, mientras que el costo de un acondicionamiento máximo es de Q. 23 273,93; para las gasolineras en las que no se puede realizar el acondicionamiento, si quieren realizar la instalación de una estación de servicio para productos combustibles con etanol, tendría un costo de Q. 98 372,93.

5. El proceso de acondicionamiento para una gasolinera estándar es el siguiente: a) se realiza una evaluación de las instalaciones solicitando la limpieza de tanques, pruebas de funcionalidad, hermeticidad, así como los repuestos y materiales que se necesiten según la evaluación; b) una empresa autorizada realiza la limpieza de tanques, el cambio de sellos en tanques, tuberías y medidores, la prueba de funcionalidad al igual que la de hermeticidad del sistema, certificando el trabajo realizado para notificar al Ministerio de Energía y Minas; c) se solicita y recibe el producto combustible con etanol, realizando el muestreo del producto antes de la primera descarga; d) si la muestra está libre de agua y sedimentos, la pipa se posiciona en el área de tanques, se circula y señala el área para proceder con la descarga del nuevo producto al 80 % de la capacidad del tanque.

RECOMENDACIONES

1. Para establecer cuáles son los requisitos que la legislación de hidrocarburos demanda para el almacenamiento y despacho de productos combustibles con etanol en Guatemala, es necesario mantenerse en constante actualización en cuanto a los cambios que el Ministerio de Energía y Minas pueda realizar en dicha legislación.
2. Al investigar las instalaciones existentes se determina que un poco más del 90 % son compatibles para el despacho de productos combustibles con etanol. Para las que no son compatibles, no se puede realizar el acondicionamiento, pero sí la instalación de una nueva estación de servicio para la cual se pueden buscar opciones de financiamiento que les permita realizar dicha instalación.
3. Actualmente, las tecnologías a utilizar se mantienen en constante cambio, gracias al descubrimiento de nuevos métodos y materiales para su desarrollo. Por ello es aconsejable que las empresas tengan un departamento de investigación que esté al tanto de las nuevas tecnologías que surjan con el paso del tiempo y analizar oportunamente su implementación.
4. El costo mínimo y máximo para el acondicionamiento en gasolineras para el despacho de productos combustibles con etanol se determina con los precios que ofrecen los proveedores actuales de la empresa. Sería conveniente investigar en el mercado si hay precios más favorables que permitan reducir costos en el acondicionamiento.

5. Es útil llevar un registro exacto de los materiales y repuestos que se utilizaron, el tiempo que ocupó todo el proceso, la forma cómo se realizó, al igual que los costos totales que se generaron en cada gasolinera por el acondicionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, Adalberto; CHAMORRO, Alberto; LORENZO, Aída; & PEDROZA, José. *VI Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles: Guatemala*. [En línea]. <<http://docplayer.es/31833182-Guatemala-agosto-2012-cuernavaca-mexico.html>>. [Consulta: 19 de junio de 2017].
2. AMBEST. *Catálogo de tuberías, sistema flexiline de ambest*. Argentina: Prentice Hall, 2011. 19 p.
3. Asociación de Combustibles Renovables Guatemala. [En línea]. <<http://www.acrguatemala.com/index.shtml>>. [Consulta: 12 de febrero de 2017].
4. GONZÁLES, Rosmalia; GARAY, Josué. *Nicaragua es la más limpia del istmo en emisiones de CO2*. [En línea]. <<https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/409284-nicaragua-es-mas-limpia-istmo-emisiones-co2/>>. [Consulta: 14 de febrero de 2018].
5. LORENZO DE JUÁREZ, Aida. *Biocombustibles y oportunidades para Guatemala*. Guatemala: Puma, 2014. 54 p.
6. MILIÁN CÚ, Osman. *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una estación de servicio de combustible, en Lanquín Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 150 p.

7. Ministerio de Energía y Minas. *Ley del alcohol carburante, Decreto ley 17-85, y su reglamento de la Ley de alcohol carburante*. Guatemala: MEM, 1985. 188 p.
8. _____. *Ley de comercialización de hidrocarburos, Decreto 109-97 y su reglamento, Acuerdo Gubernativo 522-99*. Guatemala: MEM, 1999. 45 p.
9. _____. *Inicia plan piloto de uso de etanol*. [En línea]. <<http://www.mem.gob.gt/2015/02/25/inicia-plan-piloto-de-uso-de-Etanol/>>. [Consulta: 16 de febrero de 2017].
10. PEDROZA, José Francisco. *VI Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles: Etanol Guatemala*. Cuernavaca México: McGraw-Hill, 2012. 138 p.
11. PUMA ENERGY. *Separación de fases en gasolinas con Etanol*. Puerto Rico: Puma, 2014. 23 p.
12. ROLDAN, Carlos. *Determinación de la infraestructura y la logística de canales de distribución del Etanol y el gashol en El Salvador y Guatemala*. México: Prentice Hall, 2007. 91 p.
13. SAMAYOA GONZÁLEZ, Jaime Manolo. *Normativa para la instalación y operación de estaciones de servicio*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 148 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Visor para limpieza de tanques



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Sistema de paro de emergencia**



Fuente: elaboración propia.