

# DIAGNÓSTICO SOBRE CONDICIONES DE RED DE ESTACIONES DE SERVICIO EN GUATEMALA PARA EL USO DE ETANOL EN GASOLINAS. GUATEMALA, DICIEMBRE 2020

## ANTECEDENTES

El plan piloto Movilidad Verde se desarrolló entre agosto y diciembre de 2020, el cual fue un proyecto impulsado y liderado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), la Municipalidad de Guatemala y la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala (ACR), que permitió poner a prueba el uso de Ecopower, que es gasolina con etanol avanzando y certificado, en flotillas actuales de vehículos de diferentes guatemaltecos para comprobar de manera científica y técnica los beneficios ambientales, económicos y sociales de este combustible renovable.

Se utilizó Ecopower durante 10 semanas, en 34 vehículos, evaluando su impacto por expertos, evidenciando que es una solución confiable para el ambiente, la economía y la salud, de fácil e inmediata implementación. Se utilizaron las mezclas E5 y E10 (5 % y 10 % de etanol respectivamente) durante cinco semanas cada una, y los principales resultados brindados por el estudio ejecutado por la Universidad del Valle de Guatemala fueron los siguientes:

- El funcionamiento de los vehículos no se ve afectado al utilizar etanol en la gasolina (ni con E5, ni con E10).
- El etanol aumenta el octanaje de la gasolina, por lo que el uso de Ecopower E10, gasolina mezclada con etanol en un 10%, incrementó 3 octanos al combustible.
- El uso de E10 en los vehículos reduce los gases de combustión: los hidrocarburos hasta un 74.17 %, el monóxido de carbono (CO) hasta 71.74 %, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) hasta 54.18 %, el óxido de nitrógeno (NO) hasta 39.96 % y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) hasta 21.17 %
- Según los análisis el 64% de la muestra de los vehículos mejoró rendimientos (km/galón) con Ecopower E10 en comparación de la mezcla E5.
- Ecopower, E5 y E10, cumplen con la nómina de productos petroleros de Guatemala.

En Guatemala existen cinco destilerías que producen etanol a partir de la melaza, un subproducto de la producción de azúcar, con una capacidad instalada de 65 millones de galones al año y más del 90% del alcohol es exportado principalmente a Europa, Estados Unidos y México. La producción de este combustible se realiza bajo certificaciones internacionales de sostenibilidad que exigen el no uso de pesticidas y agroquímicos de franja roja, prohibidos internacionalmente, así como aseguran que su producción no genera deforestación, ni afecta la seguridad alimentaria, lo que hace a este producto nacional amigable con el medio ambiente y ayudara a mitigar el cambio climático. Guatemala produce etanol hace más de 35 años y la producción nacional alcanza para una mezcla E10, de ahí que para mezclar etanol con gasolina en Guatemala no se requiere más área cultivable.

Debido a que la introducción de etanol en la gasolina requiere inversiones en las terminales de importación de combustibles, se realizó una primera fase del estudio para determinar un costo aproximado de las inversiones, tomando como escenario que se usará el etanol producido localmente. La segunda fase de este estudio fue visitar las cuatro terminales de importación más importantes del país en la región del océano pacífico para tener insumos de los proveedores y una mejor aproximación. Estos resultados servirán como base para poder determinar las inversiones necesarias, tanto para usar etanol nacional, como importado, y poder realizar el ejercicio conjunto en las terminales del atlántico.

Este estudio servirá para socializar con los actores y definir conjuntamente una ruta de implementación, según los lineamientos del Ministerio de Energía y Minas, quien es el ente rector de la calidad de los combustibles del país, el cuál definirá el porcentaje de aditivación, el uso en distintas calidades de gasolinas, la gradualidad del programa, entre otros.

En el mes de febrero del año 2020 se conformó una muestra representativa de la red de estaciones de servicio con el fin de hacer un diagnóstico presencial en cada uno de los sitios, evaluando puntos críticos con riesgo

de ingreso de agua al sistema de distribución de combustible. En la muestra representativa se incluyeron estaciones de los diferentes competidores y de las diferentes regiones de la república, visitándose un total de 260 sitios. En función de la cantidad de tanques, surtidores y estándares de ingeniería, se clasificaron las estaciones en tres tipos A, B y C.

Para tal actividad se contó con los servicios y el soporte de trabajo en campo de contratistas reconocidos en el medio de planificación, construcción, mantenimiento, comercialización y administración de equipos para manejo de combustibles, Petro Soluciones S.A y El Gato S.A.

Dado el limitado acceso a detalles de la infraestructura de estaciones en el primer ejercicio, se configuró una segunda muestra de 26 estaciones y en el mes de noviembre del año 2020 en compañía de personeros de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas se efectuó un trabajo detallado de los puntos de riesgo de ingreso de agua y gestión del control de calidad en el despacho de combustibles.

## **ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **CONFORMACION DEL EQUIPO DE TRABAJO**

Inicialmente se contó con el soporte y capacitación del experto internacional Luis Fernando Villegas Mejía, con amplia experiencia en proyectos exitosos de incorporación de biocombustibles en las políticas de energéticas, incorporación del etanol en 1350 estaciones de servicio y 14 plantas de distribución en Colombia, 350 estaciones de servicio y 2 plantas en Panamá, diseño de programa para implementación en Nicaragua y asesor en la materia para clientes en centro y sur américa.

Se conformó un equipo consultor nacional con experiencia en importación, terminales de combustible, flotas de transporte, proyectos y mantenimiento de red de distribución de estaciones de servicio.

El coordinador del equipo, Paolo Arévalo, Ingeniero Mecánico Industrial, con 25 años de experiencia en mantenimiento, construcción de gasolineras, proyectos ambientales para la industria petrolera, gestión de proyectos, mantenimiento industrial, ingeniería de materiales, consultoría, docencia universitaria y emprendimiento.

Se contó con el soporte de campo de las empresas contratistas Petro Soluciones S.A. y El Gato S.A., empresas con más de 80 años de conocimiento de la red de estaciones de servicio con experiencia en la construcción, representaciones comerciales, suministro de equipos y mantenimiento de estaciones de servicio. Técnicos expertos de la Dirección General de hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas acompañaron a la fase de validación de este estudio.

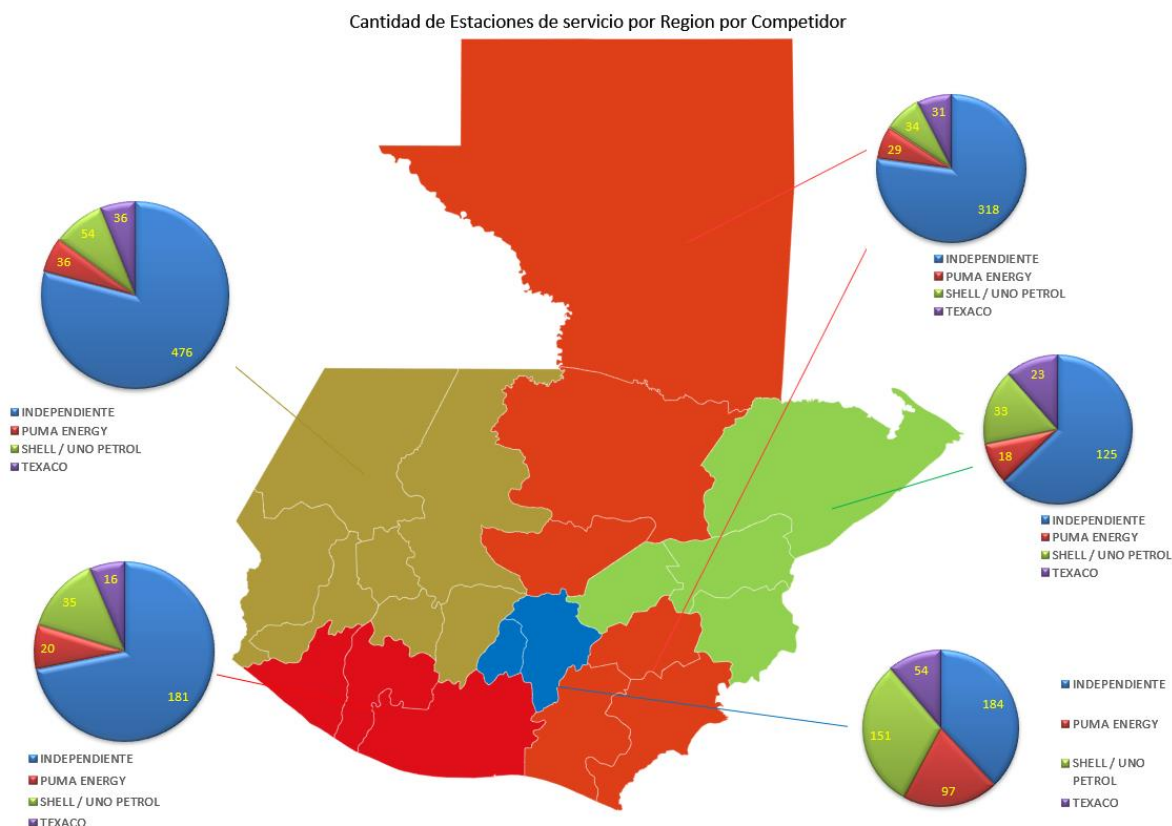
## ESTACIONES DE SERVICIO

### Análisis de la red.

Según el Ministerio de Energía y Minas a través de Dirección General de Hidrocarburos, la red de estaciones de servicio al consumidor contabiliza al mes de marzo del 2019 un total de 1,951 estaciones de servicio en todo el país.

Los competidores se agrupan en cuatro actores principales Texaco 8%, Puma Energy 10%, Shell – UNO 16% y marcas independientes 66%.

### Cantidad de Estaciones de servicio por Región por Competidor



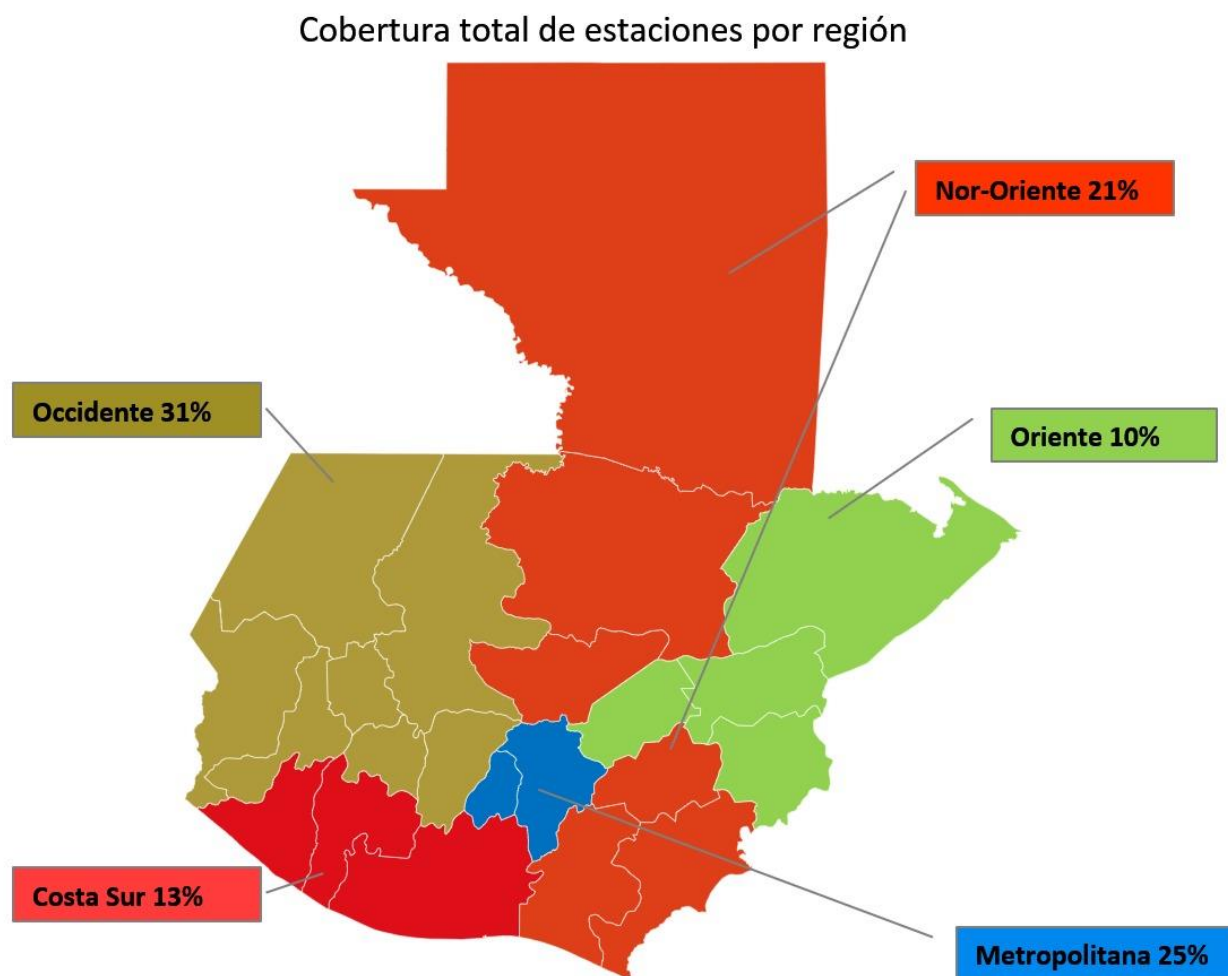
Geográficamente se agrupan de la siguiente forma:

1. Costa Sur (Escuintla, Retalhuleu y Suchitepéquez) el 13%.
2. Región Metropolitana (Guatemala y Sacatepéquez) el 25%.
3. Norte oriente (las Verapaces, Jalapa, Jutiapa, Petén y Santa Rosa) el 21%.
4. Occidente (Chimaltenango, Huehuetenango, Quetzaltenango, Quiché, San Marcos, Sololá, Totonicapán) el 31%.
5. Oriente (Chiquimula, El Progreso, Izabal, Zacapa) el 10%.



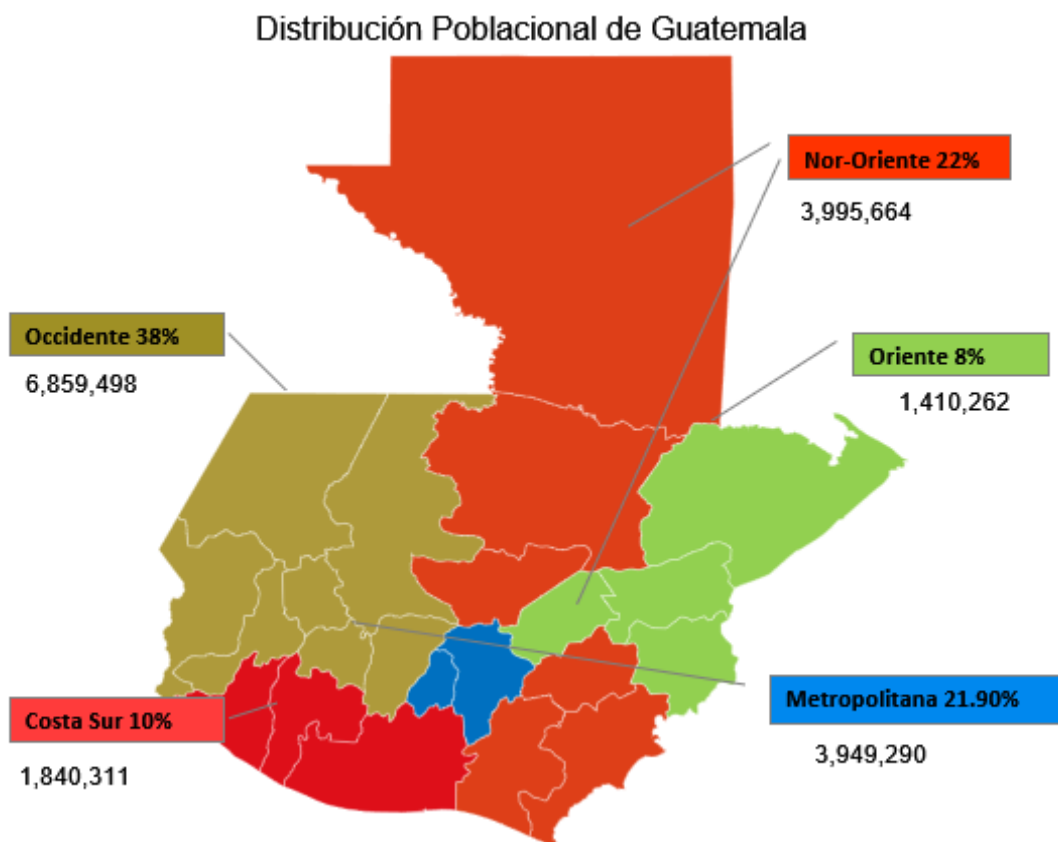
### Cobertura Total por región

Según el registro oficial del ministerio, el 15% de las estaciones contabilizadas no poseen licencia vigente para operación según requerimiento del Reglamento para la Ley de Comercialización de Hidrocarburos. Las estaciones de servicio están distribuidas en un 21% en el nor-oriente, 31% en el occidente, 10% en el oriente, 13% en la costa sur y 25% en la metrópoli<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/03/Estaciones-de-Servicio-Act-20-de-marzo-de-2019.pdf>

Según el último censo población efectuado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2018, la distribución poblacional por región es del 22% en el nor-oriente, 38% en el occidente, 8% en el oriente, 10% en la costa sur y 22 % en la región metropolitana, la cual es relativamente equitativa a la distribución de estaciones de servicio en la Republica.



## DEFINICION DEL TRABAJO DE CAMPO

Tomando en cuenta que al aditivar las gasolinas con un 10% máximo de etanol, las características físico - químicas del combustible son compatibles con los materiales de ingeniería utilizados en la construcción y mantenimiento de estaciones de servicio no se hace necesario realizar cambios en la infraestructura.

En virtud de la afinidad que existe entre la mezcla de combustible con etanol y el agua, se hacen necesarias importantes consideraciones en el mantenimiento y procedimientos operativos relacionados a evitar el ingreso de agua tal como lo indica el Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos en Título IV , Artículo 44 en donde se indica que el contenido de agua y sedimento no debe exceder las cinco centésimas en porcentaje en volumen entre otras y que pudiese esto afectar la calidad del producto al consumidor final.

Se identificaron los siguientes puntos a mantener bajo observación y control para minimizar el riesgo de ingreso de agua y que pudiera afectar la calidad del combustible:

1. Válvulas de drenado y sistemas de contención de derrame en descargas, sistemas de bombeo y despacho.
2. Adaptadores de conexión de mangueras de descargas.
3. Roscas o accesorios de tuberías e ingreso a tanques.
4. Empaques de sello y conexión en tapaderas y tuberías en general.
5. Sistemas de llenado y respiraderos.
6. Controles de calidad de producto en los procesos de recepción, descarga, control de inventario y despacho.

En función de la cantidad de tanques, surtidores y estándares de construcción e ingeniería, se clasificaron las estaciones en tres tipos siendo ellos A, B y C.

### Tipo A:

- 2 a 3 tanques de producto gasolinas con o sin doble pared.
- 4 a 6 dispensadores.
- Descargas remotas a los tanques o descarga directa ambas con contención de derrames.
- Sonda para medición de nivel de producto de forma electrónica.
- Válvula de sobrellenado de respiradero.
- Tubería para combustible.
- Sistema de bomba sumergible con sistema de contención de derrames.

### Tipo B:

- 2 tanques de producto de gasolinas con o sin doble pared.
- 3 a 4 dispensadores.
- Descarga directa a los tanques sin contención de derrames.
- Válvula de sobrellenado de respiradero.
- Tubería para combustible.
- Sistema de bomba sumergible sin sistema de contención de derrames.

### Tipo C:

- 2 tanques de producto de gasolinas con o sin doble pared.
- 3 equipos de succión propia.
- Descarga directa a los tanques sin contención de derrames.
- Tubería de hierro negro.
- Sistema de succión directa.

Como primera fase del estudio se conformó una muestra representativa de la red para hacer un levantamiento presencial en cada uno de los sitios, evaluando los puntos críticos y relativos al tipo de estación. En la muestra se incluyeron estaciones de los diferentes competidores y en las diferentes regiones de la república, constituyéndose un total de 265 sitios, de la siguiente manera. A continuación se presenta la muestra realizada.

No.	MARCA	A	B	C	ZONA
1	SHELL	1	7		ORIENTE
2	SHELL	4	12	1	COSTA SUR
3	SHELL	1	12		NOR-ORIENTE
4	SHELL	8	7		METROPOLITANA
5	SHELL	2	6		OCCIDENTE
<b>TOTAL DE ESTACIONES SHELL</b>		<b>16</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>61</b>
No.	MARCA	A	B	C	ZONA
1	TEXACO		6		ORIENTE
2	TEXACO		10		COSTA SUR
3	TEXACO		10		NOR-ORIENTE
4	TEXACO	1	7		METROPOLITANA
5	TEXACO		10		OCCIDENTE
<b>TOTAL DE ESTACIONES TEXACO</b>		<b>1</b>	<b>43</b>		<b>44</b>
No.	MARCA	A	B	C	ZONA
1	PUMA		4		ORIENTE
2	PUMA		14		COSTA SUR
3	PUMA		2		NOR-ORIENTE
4	PUMA	2	14		METROPOLITANA
5	PUMA		7		OCCIDENTE
<b>TOTAL DE ESTACIONES PUMA</b>		<b>2</b>	<b>41</b>		<b>43</b>
No.	MARCA	A	B	C	ZONA
1	UNO GUATEMALA				ORIENTE
2	UNO GUATEMALA				COSTA SUR
3	UNO GUATEMALA				NOR-ORIENTE
4	UNO GUATEMALA	3			METROPOLITANA
5	UNO GUATEMALA	2			OCCIDENTE
<b>TOTAL DE ESTACIONES UNO</b>		<b>5</b>			<b>5</b>
No.	MARCA	A	B	C	ZONA
1	INDEPENDIENTE	2	38		ORIENTE
2	INDEPENDIENTE		18		COSTA SUR
3	INDEPENDIENTE		26		NOR-ORIENTE
4	INDEPENDIENTE	2	12		METROPOLITANA
5	INDEPENDIENTE		19		OCCIDENTE
<b>TOTAL DE ESTACIONES INDEPENDIENTE</b>		<b>4</b>	<b>108</b>		<b>117</b>
<b>GRAN TOTAL DE ESTACIONES</b>		<b>28</b>	<b>236</b>	<b>1</b>	<b>265</b>

Tabla 1.

Sobre la base de la experiencia del trabajo de las empresas contratistas Petro Soluciones S.A y El Gato S.A. y tomando en cuenta los estándares de construcción utilizados por cada uno de los actores en la red de estaciones de servicio, edad de los equipos, ubicación geográfica y marca se estimó que la red se conforma de un 10% de estaciones Tipo A, 70% Tipo B y 20% Tipo C.

Como segunda fase, y con el propósito de una verificación detallada se realizaron visitas técnicas a una muestra representativa de 26 estaciones seleccionadas con técnicos de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de energía y Minas, la cual fue integrada de la siguiente manera:

<b>No</b>	<b>MARCA</b>	<b>ZONA</b>
1	Independiente	METROPOLITANA
2	Texaco	METROPOLITANA
3	Independiente	ORIENTE
4	Independiente	ORIENTE
5	Independiente	ORIENTE
6	Shell	ORIENTE
7	Independiente	ORIENTE
8	Texaco	ORIENTE
9	Independiente	NOR-ORIENTE
10	Texaco	NOR-ORIENTE
11	Shell	NOR-ORIENTE
12	Independiente	NOR-ORIENTE
13	Independiente	NOR-ORIENTE
14	Independiente	OCCIDENTE
15	Texaco	OCCIDENTE
16	Independiente	OCCIDENTE
17	Shell	OCCIDENTE
18	Puma	OCCIDENTE
19	Independiente	COSTA SUR
20	Independiente	COSTA SUR
21	Shell	COSTA SUR
22	Shell	COSTA SUR
23	Puma	COSTA SUR
24	Texaco	COSTA SUR
25	Independiente	COSTA SUR
26	Independiente	COSTA SUR

Luego de las inspecciones realizadas, se encontraron los siguientes hallazgos

### **CALIDAD DE PRODUCTO**

- Se identificó un 4% de estación con presencia de agua en interior de tanque.
- Un 4% de las estaciones visitadas, no cuentan con pasta reveladora de agua.

### **PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS**

- El 85% de los inventarios se lleva en forma manual.
- Se identificó 8% de las estaciones evaluadas no cuenta con tabla de calibración control de inventarios.
- El 8% desconoce de la fecha de última calibración de tanques.
- Las estaciones evaluadas en un 58% no cuentan con contrato de mantenimiento de contratista autorizado.
- Se identificó un 11% de estaciones con filtros no adecuados para combustible.
- En cuanto al cambio de filtros de manera trimestral, 12% no cuenta con un procedimiento establecido y hace una ejecución de forma correctiva.
- Pese a contar con tapaderas y empaques en los sistemas de contención de derrames de sumergibles, el 80% de los casos evidencia agua en su interior sin ser reportado.

### **INFRAESTRUCTURA**

- Un 11% de las estaciones visitadas, no cuentan con información de pruebas de funcionalidad de tanques y tuberías.
- El 89% de los equipos de despacho ya cuentan con unidades de filtrado de combustible con especificación de etanol de hasta un 25% máx.
- La totalidad de las tapaderas de puntos de acceso con empaques para evitar ingreso de agua son inexistentes o en mal estado.
- El 23% de los tanques evaluados cuenta con un sistema de contención de derrames en área de bombas sumergibles.
- Únicamente el 30%, cuenta con un sistema de pozos de monitoreo (útiles en caso de derrame).
- La condición de pistas de concreto de un 60% aceptable.
- Un 57% poseen tubería de hierro negro con promedio de edad de 13 años.
- La edad actual promedio de tanques en estaciones evaluadas: **16 años.**
- El 11 % de los tanques evaluados tiene doble pared o algún sistema para contención de derrames.



## PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE PRODUCTO EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO

Una vez que los puntos críticos de acceso de agua a los tanques de almacenamiento son controlados, son necesarias acciones en el control de calidad de las descargas de producto para detectar si existe presencia de agua y/o separación de fases. Así mismo es necesario medir la cantidad de etanol en el producto recibido.

El procedimiento por realizar incluye:

- Tomar una muestra (1 Lt – 1000 ml) de cada compartimento con combustible en el camión, previo a realizar la descarga.
- Realizar inspección visual para verificar separación de fases.
- Introducir una varilla metálica en la muestra con pomada reveladora para detección de agua o mezclas de etanol y agua.
- Registrar el resultado.
- En una probeta de 100mL graduada con tapón esmerilado introducir 50mL de la muestra tomada del camión.
- Agregar 50mL de agua de tal forma que se alcance un volumen total de 100 mL.
- Tapar la probeta con el tapón esmerilado y agitar la muestra.
- Dejar reposar un tiempo prudencial de tal forma que se perciba claramente la separación de fases (entre 3 y 5 min).
- Después de la estabilización, la mezcla agua/alcohol que queda en la parte inferior de la probeta debe marcar 55 mL con una tolerancia de  $\pm 0.5$  mL.

## CONCLUSIONES

1. Para el año 2019 la red de estaciones de servicio del país contabiliza un total de 1,951, agrupadas y distribuidas en cuatro actores principales Texaco con el 8%, Puma Energy el 10%, Shell – UNO un 16% y marcas independientes el restante 66%.
2. Geográficamente la costa sur agrupa el 13%, la metrópoli el 25%, el norte oriente con 21%, el occidente un 31% y el oriente el 10% restante.
3. El trabajo de campo base fue efectuado en una muestra representativa de 265 estaciones en cada zona de la república y de los diferentes actores siendo evaluadas 61 estaciones Shell, 44 Texaco, 43 Puma, 5 Unopetrol y 108 Independientes.
4. La verificación detallada por punto fue realizada en 26 estaciones 5 estaciones Shell, 5 Texaco, 2 Puma y 14 Independientes
5. Con base a los estándares de construcción, puntos críticos, edad de los tanques, ubicación geográfica y experiencia de campo se clasificaron en tres diferentes tipos siendo un 10% A, un 70% B y finalmente el 20% tipo C.
6. El trabajo de campo en la muestra seleccionada permite evidenciar que en la red de estaciones de servicios existen puntos críticos de mantenimiento, no atendidos adecuadamente en las áreas de llenado directo, llenado remoto y en cajas de registro con riesgo de ingreso de agua a los sistemas.
7. En las estaciones de servicio no se evidenció rutinas de mantenimiento y procedimientos preventivos/correctivos que aseguren la no existencia de contenido de agua en el producto final.
8. Aditivar las gasolinas con 10% máx. de etanol no cambia las características físico-químicas del combustible y lo hace compatibles con los materiales de ingeniería utilizados en la construcción y mantenimiento de las estaciones de servicio, por lo anterior, no se hace necesario realizar cambios mayores en la infraestructura.
9. Los cuidados a considerar, como aspectos de seguridad durante el manejo y almacenaje de la gasolina mezclada con etanol en las estaciones de servicio, no difieren de los utilizados para combustibles usados actualmente
10. En virtud de la afinidad que existe entre la mezcla de gasolina con etanol y el agua, se hacen necesarias importantes consideraciones en el mantenimiento y procedimientos operativos relacionados a evitar el ingreso de agua, tal como lo indica el Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos.

## RECOMENDACIONES

1. Las condiciones de las estaciones de servicio existentes en términos generales son adecuadas para almacenar y manejar gasolinas con etanol. Sin embargo, deben reforzarse los controles y las inversiones de la infraestructura de distribución para evitar el ingreso de agua en los tanques y que esto impacte la calidad del producto al consumidor.
2. Todo el personal a cargo de la cadena de suministro debe ser capacitado y equipado convenientemente para poder realizar pruebas de rutina y aleatorias relativas al contenido de humedad en el combustible en cualquier punto de la cadena de suministro.
3. Establecer los canales de comunicación a nivel de gremial de expendedores de combustible para el claro entendimiento de propiedades de producto, los mitos y realidades sobre el impacto en las instalaciones y calidad de producto al consumidor.
4. Comunicar e implementar listas y prácticas de verificación de infraestructura e instalaciones en las estaciones de servicio para asegurar en la descarga, en el control de inventarios y despachos de combustible la calidad del producto al consumidor.
5. Establecer programas de capacitación a todo el personal a cargo de la recepción y despacho de combustible sobre las propiedades del producto, el control de calidad de sus inventarios y practicar correctas para el aseguramiento de calidad del producto a despachar.
6. Reforzar la comunicación a los contratistas y técnicos de las empresas dedicadas a la planificación, diseño, instalación y mantenimiento sobre las practicas correctas y los equipos necesarios para asegurar la hermeticidad de los sistemas de distribución de combustible en una estación de servicio.
7. Sugerir la creación de estándares de calidad mínimos en el diseño, construcción y mantenimiento de estaciones de servicio y su implementación a través del ente regulador.
8. Propiciar la comunicación y capacitación de las propiedades y beneficios de la mezcla con los importadores de vehículos nuevos, usados, institutos de formación tecnológica vocacional y talleres de mantenimiento a gran escala.