



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

MAESTRÍA EN PETRÓLEOS

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LAS
INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GAS
LICUADO DE PETRÓLEO - GLP”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGISTER EN PETRÓLEOS, CON MENCIÓN EN PROCESOS DE
PRODUCCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS**

DARÍO FABIÁN JIMÉNEZ NARANJO

DIRECTOR: ING. FAUSTO RAMOS Mgt.

Quito, Noviembre 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720654803
APELLIDO Y NOMBRES:	JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIAN
DIRECCIÓN:	La casas, Quito, Ecuador
EMAIL:	dario.f.jimenez@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	023741041
TELÉFONO MOVIL:	0984412703

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO - GLP.
AUTOR :	DARÍO FABIAN JIMÉNEZ NARANJO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	12 / NOVIEMBRE / 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. FAUSTO RAMOS Mgt.
PROGRAMA	PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO <input checked="" type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Petróleos, Mención en Procesos de Producción e Industrialización de Hidrocarburos
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	Actualmente Ecuador tiene la necesidad de re-estructurar el control y fiscalización de la distribución y abastecimiento de GLP en cilindros y a granel a los segmentos doméstico e industrial, por lo tanto, se tiene que asumir retos de reingeniería para mejorar el control de suministro y reducir el desvío del GLP subsidiado hacia los otros segmentos, para ello se diseñó un sistema de control entre la comercializadora de GLP en la

planta de envasado y la instalación centralizada de provisión de GLP que es usuario final. Se diseñó el sistema de fiscalización para el abastecimiento a las instalaciones centralizadas de (GLP), se planteó un procedimiento de actividades para el abastecimiento a las instalaciones centralizadas, previamente se analizó los controles en la cadena de comercialización de GLP a granel, se realizó la evaluación al consumo de GLP en cilindros y a granel en Ecuador y por medio de inspecciones técnicas se valoró las condiciones y factores de abastecimiento del GLP a granel y se evaluó técnicamente la implementación de accesorios para la fiscalización de GLP en una instalación centralizada. Al finalizar el trabajo se determinó estadísticamente que Ecuador tiene realmente un consumo diario en el segmento doméstico de aproximadamente 190 000 cilindros de 15 kg, por lo que estadísticamente se tiene un desvío diario de 18 000 cilindros diarios a otros segmentos, se evaluó y se obtuvo que las pérdidas anuales son de US \$ 61 166 700 y de las 451 instalaciones centralizadas realizada la inspección técnica, el 16 % de las instalaciones no cumplían con lo que dispone la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2260, estas instalaciones corresponden a las instalaciones construidas antes que entre en vigencia la norma, se recomienda incorporar a las

	instalaciones centralizadas como sujetos de control de la ARCH para verificar el buen uso del GLP.
PALABRAS CLAVES:	instalación centralizada, fiscalización, procedimiento, suministro, GLP, combustible, energía
ABSTRACT:	<p>Ecuador currently has the need to restructure the control and control of the distribution and supply of LPG in cylinders and in bulk to the domestic and industrial segments, therefore, reengineering challenges have to be assumed to improve supply control and reduce the diversion of the subsidized LPG to the other segments, for this purpose a control system was designed between the LPG distributor in the packaging plant and the centralized LPG supply facility that is an end user. The control system for the supply to the central facilities of (LPG) was designed, a procedure of activities for the supply to the centralized facilities was proposed, the controls in the chain of commercialization of LPG in bulk were previously analyzed, the evaluation of LPG consumption in cylinders and in bulk in Ecuador and through technical inspections, the conditions and supply factors of the LPG in bulk were assessed and the implementation of accessories for LPG control in a centralized installation was technically evaluated. At the end of the work, it was statistically determined that Ecuador actually has a daily consumption in the domestic segment of approximately 190,000 cylinders of 15 kg,</p>

	so statistically there is a daily diversion of 18,000 cylinders daily to other segments, it was evaluated and obtained that the annual losses are of US \$ 61 166 700 and of the 451 centralized installations carried out the technical inspection, 16% of the facilities did not comply with the provisions of the Ecuadorian Technical Standard INEN 2260, these facilities correspond to the facilities built before the standard enters into force, it is recommended to incorporate centralized facilities as control subjects of the ARCH to verify the proper use of LPG.
KEYWORDS	centralized installation, procedure, control, supply, fuel, LPG, energy

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIAN

CI: 1720654803

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIÁN, CI 1720654803** autor del trabajo de titulación: **Diseño del sistema de control para las instalaciones centralizadas de provisión de gas licuado de petróleo – GLP** previo a la obtención del título de **MAGISTER EN PETRÓLEOS, MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 12 de noviembre de 2019



ING. JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIAN

C.I. 1720654803

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño del sistema de control para las Instalaciones Centralizadas de provisión de Gas Licuado de Petróleo - GLP** para aspirar al título de **MAGISTER EN PETRÓLEOS, MENCIÓN EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HIDROCARBUROS** fue desarrollado por **JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIAN**, bajo mi dirección y supervisión, en la Maestría en Petróleos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



Ing. Fausto René Ramos Aguirre

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705134102

CARTA DE LA INSTITUCIÓN

AGENCIA DE
REGULACIÓN Y CONTROL
HIDROCARBURÍFERO



Oficio Nro. ARCH-DAF-REH-2019-0035-OF

Quito, 14 de junio de 2019

Asunto: AUTORIZACIÓN TESIS A LA ING. JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIÁN

Señor Ingeniero
Fausto René Ramos Aguirre
En su Despacho

De mi consideración:

Por medio de la presente, queremos comunicar a su distinguida institución educativa nuestro compromiso de auspiciar el proyecto de investigación para culminar la Maestría en Petróleos del Ing. JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIÁN, titulado: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GAS LICUADO - GLP”** bajo las siguientes condiciones:

- Nuestra empresa se compromete a facilitar el desarrollo del proyecto y proveerá la información técnica necesaria.
- Los derechos de auditoría son de la Universidad UTE, sin embargo la Agencia de Regulación y Control Hidrocarbúfero – ARCH en su calidad de auspiciante y propietario del proyecto, tiene el derecho de realizar en el futuro las modificaciones y ampliaciones que considere convenientes.
- El proyecto se publicará, considerando que la información entregada será clasificada por la empresa y podrá ser divulgada solo con la autorización de la misma.
- Se autoriza utilizar datos técnicos, con las debidas restricciones.
- Se llevará seguimiento al trabajo efectuado, comprometiéndonos a entregar una carta de conformidad al finalizar el proyecto.
- Cabe indicar que no existe auspicio económico, los gastos que incurriere dentro o fuera de la institución para la recopilación de información y datos será de responsabilidad del Estudiante.

El estudiante deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Ficha de datos de Tesista
Copia de la Cédula de Ciudadanía y papeleta de votación actualizada.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Dra. Jenny Elizabeth Armijos Valdez
COORDINADORA DE GESTIÓN DE TALENTO HUMANO



CARTA DE CONFORMIDAD

AGENCIA DE
REGULACIÓN Y CONTROL
HIDROCARBURÍFERO



LA QUE SUSCRIBE, COORDINADORA DE ADMINISTRACIÓN

DE TALENTO HUMANO

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO

CERTIFICA:

Que, el señor **JIMENEZ NARANJO DARÍO FABIÁN**, con cédula de ciudadanía No. 1720654803, realizó el Proyecto de Titulación con el tema "DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO – GLP", el mismo que finalizado fue presentado a conformidad a la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero el 12 de septiembre del 2019.

Para la Agencia es grato reconocer que el proyecto desarrollado por el señor **JIMENEZ NARANJO DARÍO FABIÁN** es de interés institucional.

El Sr. Ing. **JIMENEZ NARANJO DARÍO FABIÁN**, puede hacer uso de la presente certificación como a bien tuviere.

Quito, 12 de septiembre del 2019


Ing. Lorena Huilca Cadme

COORDINADORA DE GESTIÓN TALENTO HUMANO, Encargada



Elaborado por: *Katya Moscoso*

DECLARACION JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo, **Darío Fabián Jiménez Naranjo**, portador de la cédula de identidad N° 1720654803, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en ese documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



f: _____

ING. JIMÉNEZ NARANJO DARÍO FABIAN

C.I. 1720654803

DEDICATORIA

Todo este esfuerzo realizado va dedicado para la maravillosa familia que tengo, Armenia y Fabián, mis padres que son lo mejor que Dios me ha dado, que con sus enseñanzas me he forjado y son un ejemplo para mí.

A Lucía, mi esposa, que es mi soporte de seguir día tras día, y me da ánimos por alcanzar mis objetivos

Para ustedes todo lo logrado.

Por

DARÍO FABIÁN JIMÉNEZ NARANJO

AGRADECIMIENTO

El mayor de los agradecimientos a mi familia, quienes son soporte para seguir adelante, para los docentes que compartieron sus conocimientos en mi formación, para mis amigos que en cada momento me han dado ánimo para seguir progresando, para las personas que en su momento compartieron un poco de su tiempo y enseñanzas de vida, para mis amigos de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero de los cuales he aprendido mucho y me han dado la oportunidad de poder continuar mi vida profesional y así aplicar todo lo aprendido en mi querida Universidad.

Para todos ustedes el más sincero de mis agradecimientos.

Por

DARÍO FABIAN JIMÉNEZ NARANJO

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)	3
1.2. PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GLP	6
1.3. CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP	10
1.4. MERCADO Y COSTOS DEL GLP	12
1.5. INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE GLP	14
1.6. NORMATIVA Y CONTROL	15
1.7. OBJETIVOS	16
2. METODOLOGÍA	17
2.1. CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP A GRANEL Y SUS CONTROLES	17
2.2. ESTADÍSTICAS DEL CONSUMO DE GLP EN ECUADOR	17
2.3. CONTROLES EN LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GLP	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1. ANÁLISIS DEL METODO DE CONTROL EN LA CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP A GRANEL	19
3.2. EVALUACIÓN ESTADÍSTICO DE CONSUMO DE GLP	22
3.3. VALORACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EN EL ABASTECIMIENTO A LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GLP	26
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1. CONCLUSIONES	30
4.2. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.- Propiedades de los componentes del GLP	4
Tabla 2.- Requisitos para el Gas Licuado de Petróleo – NTE INEN 675	5
Tabla 3.- Entalpías de Formación a 25 ° C y 1 atm	9
Tabla 4.- Porcentaje de productos en mezclas de GLP	9
Tabla 5.- Comercializadoras con sus Plantas de Envasado	11
Tabla 6.- Diferencia de Precios entre Ecuador y países vecinos	13
Tabla 7.- Normas Técnicas y Normativa Legal relacionadas al GLP	16
Tabla 8.- Volumen de GLP doméstico envasado diariamente por las comercializadoras	22
Tabla 9.- Análisis de consumo real de GLP doméstico	23
Tabla 10.- Pérdidas por desviación de GLP subsidiado	24
Tabla 11.- Precio del GLP sin subsidio	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.- Importaciones de Propano y Butano realizados por Ecuador - 2018	7
Figura 2.- Provisión de GLP en Ecuador	7
Figura 3. – Origen, Producción, Almacenamiento y Transporte de GLP	8
Figura 4.- Diagrama del Terminal Marítimo Monteverde	8
Figura 5.- Cadena de Comercialización de GLP	10
Figura 6.- Consumo Mundial de GLP por sectores 2015	12
Figura 7.- Participación de los sectores en el consumo de GLP en Ecuador	13
Figura 8.- Accidente por mala utilización del GLP domestico	15
Figura 9.- Instalaciones Centralizadas por Comercializadora	19
Figura 10.- Instalaciones Centralizadas de GLP	19
Figura 11.- Abastecimiento del Autotanque – Vehículo Granelero de GLP .	20
Figura 12.- Valoración de las Instalaciones Centralizadas	20
Figura 13.- Instalaciones Centralizadas por Provincias	21
Figura 14.- Proceso de control del abastecimiento de GLP	22
Figura 15.- Consumo de GLP en los Segmentos	23
Figura 16.- Consumo de GLP doméstico en Ecuador 2009 – 2019	24
Figura 17.- Consumo de GLP industrial en Ecuador 2010 – 2019	25
Figura 18.- Diseño del Sistema de Control a Instalaciones Centralizadas de GLP	28

ÍNDICE DE ÁNEXOS

PÁGINA

<i>Anexo 1. Informe de resultados de Cromatografía de GLP de la Refinería de Shushufindi</i>	35
--	----

RESUMEN

Actualmente Ecuador tiene la necesidad de re-estructurar el control y fiscalización de la distribución y abastecimiento de GLP en cilindros y a granel a los segmentos doméstico e industrial, por lo tanto, se tiene que asumir retos de reingeniería para mejorar el control de suministro y reducir el desvío del GLP subsidiado hacia los otros segmentos, para ello se diseñó un sistema de control entre la comercializadora de GLP en la planta de envasado y la instalación centralizada de provisión de GLP que es usuario final. Se diseñó el sistema de fiscalización para el abastecimiento a las instalaciones centralizadas de (GLP), se planteó un procedimiento de actividades para el abastecimiento a las instalaciones centralizadas, previamente se analizó los controles en la cadena de comercialización de GLP a granel, se realizó la evaluación al consumo de GLP en cilindros y a granel en Ecuador y por medio de inspecciones técnicas se valoró las condiciones y factores de abastecimiento del GLP a granel y se evaluó técnicamente la implementación de accesorios para la fiscalización de GLP en una instalación centralizada. Al finalizar el trabajo se determinó estadísticamente que Ecuador tiene realmente un consumo diario en el segmento doméstico de aproximadamente 190 000 cilindros de 15 kg, por lo que estadísticamente se tiene un desvío diario de 17 000 cilindros diarios a otros segmentos, se evaluó y se obtuvo que las pérdidas anuales son de US \$ 56 977 200 y de las 451 instalaciones centralizadas realizada la inspección técnica, el 16 % de las instalaciones no cumplían con lo que dispone la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2260, estas instalaciones corresponden a las instalaciones construidas antes que entre en vigencia la norma, se recomienda incorporar a las instalaciones centralizadas como sujetos de control de la ARCH para verificar el buen uso del GLP.

Palabras Claves: instalación centralizada, fiscalización, procedimiento, suministro, GLP, combustible, energía

ABSTRACT

Ecuador currently has the need to restructure the control and control of the distribution and supply of LPG in cylinders and in bulk to the domestic and industrial segments, therefore, reengineering challenges have to be assumed to improve supply control and reduce the diversion of the subsidized LPG to the other segments, for this purpose a control system was designed between the LPG distributor in the packaging plant and the centralized LPG supply facility that is an end user. The control system for the supply to the central facilities of (LPG) was designed, a procedure of activities for the supply to the centralized facilities was proposed, the controls in the chain of commercialization of LPG in bulk were previously analyzed, the evaluation of LPG consumption in cylinders and in bulk in Ecuador and through technical inspections, the conditions and supply factors of the LPG in bulk were assessed and the implementation of accessories for LPG control in a centralized installation was technically evaluated. At the end of the work, it was statistically determined that Ecuador actually has a daily consumption in the domestic segment of approximately 190,000 cylinders of 15 kg, so statistically there is a daily diversion of 17,000 cylinders daily to other segments, it was evaluated and obtained that the annual losses are of US \$ 56 977 200 and of the 451 centralized installations carried out the technical inspection, 16% of the facilities did not comply with the provisions of the Ecuadorian Technical Standard INEN 2260, these facilities correspond to the facilities built before the standard enters into force, it is recommended to incorporate centralized facilities as control subjects of the ARCH to verify the proper use of LPG.

Keywords: centralized installation, procedure, control, supply, fuel, LPG, energy

1.- INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador al momento no dispone de un sistema de control eficaz para fiscalizar y controlar el correcto uso del GLP que se suministra en las instalaciones centralizadas, el abastecimiento del GLP a granel es directo de la comercializadora al consumidor final sin que se realice un control apropiado al segmento que se destina.

El trabajo tiene el propósito de generar conocimiento e información del consumo de GLP en el país, para mejorar el control y la fiscalización a este recurso del estado e impulsar la implementación de sistemas de control a las instalaciones centralizadas de provisión de GLP con el fin controlar el consumo energético de las empresas, locales comerciales, edificios y residencias y que sean abastecidas en su establecimiento o lugar de consumo de tal forma reducir el desvío de GLP subsidiado y que se pague el valor correspondiente por cada kilogramo de GLP para el correspondiente segmento al que fue destinado.

El proyecto es de interés y beneficio institucional para la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) y al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables y se encuentra vinculado al programa de reformas propuesto en el Plan de Prosperidad 2018 – 2021, acuerdo que fue aprobado en marzo de 2019, entre Fondo Monetario Internacional y Ecuador (Banco Mundial, 2019) y respaldará en la toma de decisiones para una adecuada intervención ante los inconvenientes que afronta el país en la comercialización de GLP. (Moral Arce, 2014)

1.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

El término gas licuado de petróleo (GLP) se define como la mezcla de hidrocarburos, que contiene como componentes principales son propano, butano, isobutano, propeno y butenos. Generalmente este término se aplica a mezclas de propano y butano. Estos componentes y la mezcla de los mismos son gaseosos a temperatura y presión normales, pero pueden licuarse por enfriamiento, compresión o con una combinación de ambos procesos. (Thompson, Robertson, & Johnson, 2010)

El porcentaje de estos elementos en la mezcla va a depender de factores como el volumen almacenado que se tenga de cada uno de los productos, de la calidad del petróleo para refinación, de la configuración de los procesos de refinación, adicional se obtiene como un subproducto de las plantas químicas y en otros casos de la composición y volumen de gas captado de la producción de los pozos de petróleos. (Thompson, Robertson, & Johnson, 2010). El

porcentaje de mezcla para el GLP en Ecuador es de aproximadamente de 70 % propano y 30 % butano.

Las propiedades del propano y butano son los componentes que más porcentaje tienen en la mezcla se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.- Propiedades de los componentes del GLP

PROPIEDADES	PROPANO COMERCIAL NLPGA	BUTANO COMERCIAL NLPGA
Presión de Vapor en [kPa] a:		
20 [°C]	895	103
40 [°C]	1482	285
45 [°C]	1672	345
55 [°C]	1930	462
Gravedad específica	0,504	0,582
Punto inicial de ebullición a 1 [atm], en [°C]	-42	-9
Peso por m ³ de líquido a 15,56 [°C], en [kg]	504	582
Calor específico de líquido kJ/kg a 15,56 [°C]	1,464	1,276
Metro cúbico de vapor por litro a 15,56 [°C]	0,271	0,235
Metro cúbico de vapor por kilogramo a 15,56 [°C]	0,539	0,41
Gravedad específica de vapor (aire=1) a 15,56 [°C]	1,5	2,01
Temperatura de ignición en el aire, en [°C]	493 - 549	900 - 1000
Máxima temperatura de combustión en el aire, [°C]	1980	2008
Límites de inflamabilidad en el aire, mezcla de aire y gas		
(a) Inferior	2,15	1,55
(b) Superior	9,6	8,6
Calor latente de vaporización al punto de ebullición:		
(a) kJ por kg	428	388
(b) kJ por litro	216	226
Valores de calor totales después de la vaporización		
(a) kJ por metro cúbico	92430	121280
(b) kJ por kg	49920	49140

(National Fire Protection Association - NFPA, 1998)

El GLP es incoloro e inodoro y debe poseer mercaptano como odorizante, el cual permite detectar su presencia por medio del olfato. El mercaptano se adiciona a la mezcla en una proporción de 1 litro por cada 104 litros de volumen en fase líquida. (Aguilar Orozco, 2013). Junto con el propano y butano pueden aparecer compuestos de azufre, agua, aceites residuales y alquitranes. Dependiendo del uso del GLP, estos contaminantes deben reducirse a un nivel aceptable, de acuerdo con las especificaciones de GLP aplicables en el país. (Thompson, Robertson, & Johnson, 2010)

El GLP comercializado en Ecuador debe cumplir con las especificaciones de la norma técnica ecuatoriana INEN 675 *“Productos Derivados de Petróleo. Gas Licuado Petróleo (GLP). Requisitos”*. Se almacena y manipula en fase

líquida a condiciones de presión en el rango de 60 a 120 psi y a temperatura ambiente. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

Tabla 2.- Requisitos para el Gas Licuado de Petróleo – NTE INEN 675

REQUISITO	UNIDAD	PROPANO COMERCIAL	BUTANO COMERCIAL	MEZCLA PROPANO - BUTANO	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa a 15.6 °C / 15.6 °C	---	Informar	Informar	Informar	ASTM D1657 ASTM D2598
Sulfuro de hidrógeno	---	Negativo	Negativo	Negativo	ASTM D2163 IP 272
Presión de vapor a 37.8 °C, max	kPa	1434	483	Informar (a)	ASTM D1267 ASTM D6897 ASTM D2598
Contenido de Azufre (b), max	mg/kg	185	185	185	ASTM D 6667 IP 272
Mancha de aceite observada	---	Negativo	Negativo	Negativo	ASTM D2158
Residuo por evaporación de 100 mL, max.	mL	0.05	0.05	0.05	ASTM D2158
Temperatura de evaporación del 95 % del residuo volátil, max	°C	-38.3	2.2	2.2	ASTM D1837
Butano (C4) y pesados, max. ©	%	2.5	---	---	ASTM D2163
Pentano (C5) y pesados, max. ©	%	---	2.0	2.0	ASTM D2163
Corrosión de lámina de cobre	---	No. 1	No. 1	No. 1	ASTM D1838
Contenido de humedad	---	Negativo	---	---	ASTM D2713

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017)

La cromatografía de gases es una técnica analítica usada para separar, identificar y cuantificar mezclas simples y compuestas. El análisis por cromatografía al gas licuado de petróleo esta normado por la norma técnica ecuatoriana INEN 683: 2013 “*Gas Licuado de Petróleo. Análisis por Cromatografía*”. La norma establece un método para determinación cuantitativamente los hidrocarburos individuales y se reporta la concentración de cada componente como porcentaje en volumen de líquido (% V). (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013). La cromatografía se lo realiza en las refinerías, terminales de almacenamiento y al momento de realizar una transferencia de custodia del producto para garantizar las condiciones mínimas que debe tener el GLP para ser comercializado.

1.2. PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GLP

Para la obtención del propano y butano como materia prima para la producción GLP, se extrae el petróleo crudo de los campos petrolíferos y este petróleo pasa por procesos de separación ya que al ser extraído viene conjuntamente con gas asociado e impurezas, luego es transportado por medio del oleoducto hasta la refinería para pasar por procesos para la separación de componentes livianos e impurezas y se obtiene el propano y butano, posterior se le adiciona presión para realizar el proceso de licuefacción para tener el producto final el Gas Licuado de Petróleo (GLP). Dentro de los procesos de producción del propano y butano, también se obtiene el propileno y butileno, estos son destinados para proporcionar como materias primas para la producción de plástico, caucho y para producir gasolinas de alto octanaje. (Phillips Petroleum Company, Liquefied Petroleum Gas, 2010)

El propano y butano recuperado del gas natural está esencialmente libre de hidrocarburos insaturados, como el propileno y butilenos, y es recuperado principalmente por los métodos de extracción: turboexpansor, absorción, compresión y adsorción. (Ray, Liquefied Petroleum Gas - GLP, 2010)

De la captación de gas asociado de los pozos de petróleo se extrae el propano y butano, esta mezcla está relacionada a las características del reservorio hidrocarburífero, a las propiedades del petróleo crudo y del volumen de producción del pozo de petróleo, el gas asociado llega a superficie y pasa a las facilidades de producción, donde por medio de procesos y de su densidad se separa y se obtiene el propano y butano.

El volumen total de GLP que se comercializa en Ecuador el 20 % proviene de las refinerías Esmeraldas y Shushufindi y el 80 % es la mezcla de la importación de propano y butano. La refinería de Esmeraldas trabaja con el crudo promedio de 25.5 API que llega por medio del oleoducto de los campos del oriente, ingresa a la columna de fraccionamiento y a la unidad de fraccionamiento catalítico fluidizado (FCC), de esa forma se obtiene los derivados y se licuan el propano y butano, y se envía a los tanques de almacenamiento, su producción de GLP en promedio anual 2018 es de 415 Toneladas/día. La refinería Shushufindi, antes llamada Complejo Industrial Shushufindi (CIS), se obtiene los productos de la recuperación del condensado de gas de los pozos de petróleo, este llega a la planta de gas, pasan por proceso de deshidratación y desulfuración, posterior se realiza una cromatografía de gases, para saber su gravedad específica y si verificar los parámetros que debe tener el GLP para ser comercializado, su producción de GLP en promedio anual 2018 es de 220 Toneladas/día.

Las importaciones de propano y butano se realizan mensualmente, para lo cual se mantienen contratos de compra-venta, tiene una cláusula de calidad que establece el porcentaje en peso para realizar la mezcla de GLP con un promedio de 74 % propano y 26 % butano, con una variación de +/- 5 %. (Figura 1). Al realizar el requerimiento del producto en el mercado internacional, las empresas ofertan tomando en cuenta cinco cotizaciones de la publicación “PLATT’S LPG AS WIRE”, que se encuentren dentro de las fechas del embarque. El tiempo promedio que tienen las embarcaciones para descargar el producto va desde 66 a 72 horas, dependiendo de las condiciones de descarga y almacenamiento a tierra en la Planta de Almacenamiento. (EP Petroecuador, 2014). Después del tiempo se descarga se mide el volumen de GLP en Stock en los tanques.

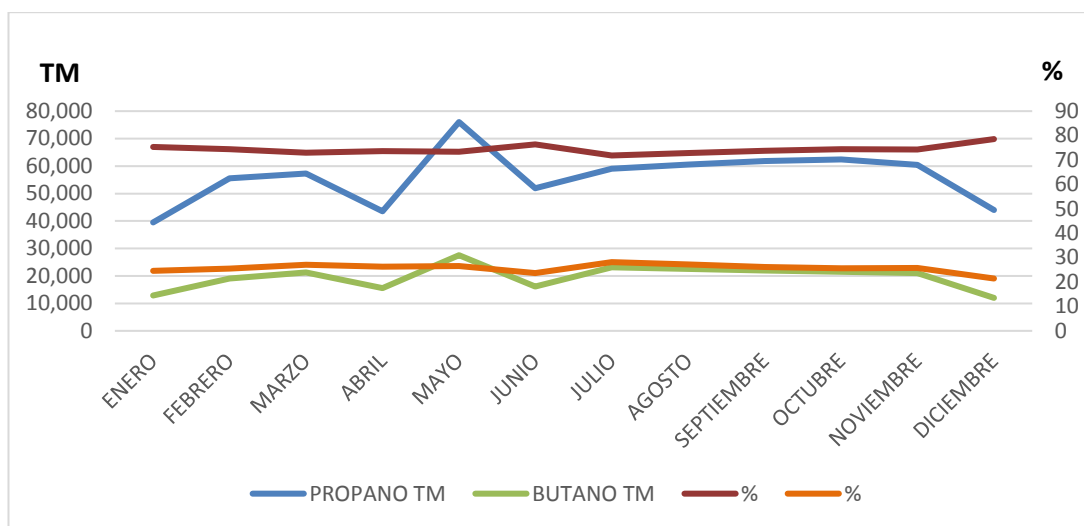


Figura 1.- Importaciones de Propano y Butano realizados por Ecuador - 2018
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

El volumen importado de las toneladas métricas de propano y butano representa el 80 % del combustible que se comercializa en Ecuador (Figura 2), la importación se realiza desde países como Perú, Nigeria, EEUU.

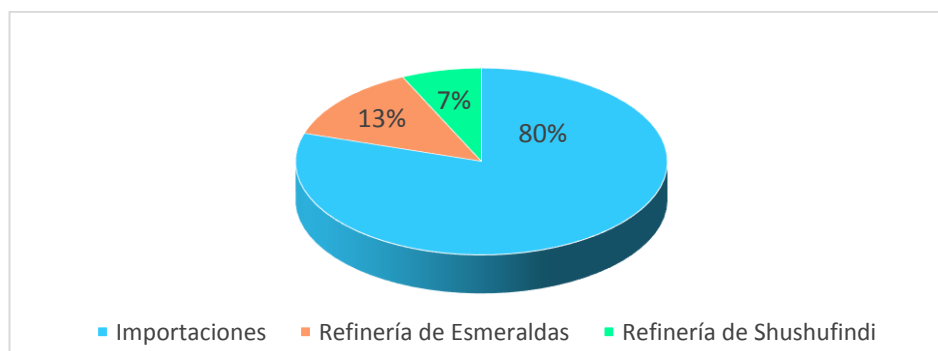


Figura 2.- Provisión de GLP en Ecuador
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

Al importar propano y butanos se transporta por medio de barcos gaseros, denominados buque tanque hasta llegar a las plantas de almacenamiento como lo indica la figura 3. (Internacional Maritime Organization, 2005)



Figura 3. – Origen, Producción, Almacenamiento y Transporte de GLP (Avila Leiva, 2009)

Para recibir las importaciones de propano y butano, Ecuador construyó el Terminal Marítimo Monteverde, es el terminal de mayor calado en América del Sur, que puede recibir buques hasta de 75 000 Toneladas. El terminal tiene 4 tanques criogénicos, 2 tanques para propano con una capacidad de 18 700 TM y 2 tanques para butano con una capacidad de 8 800 TM y adicional cuenta con 3 esferas para almacenamiento hasta 60 000 toneladas de GLP, y mantener producto suficiente para el abastecimiento de 20 días. El terminal se puede ver representando en la figura 4.

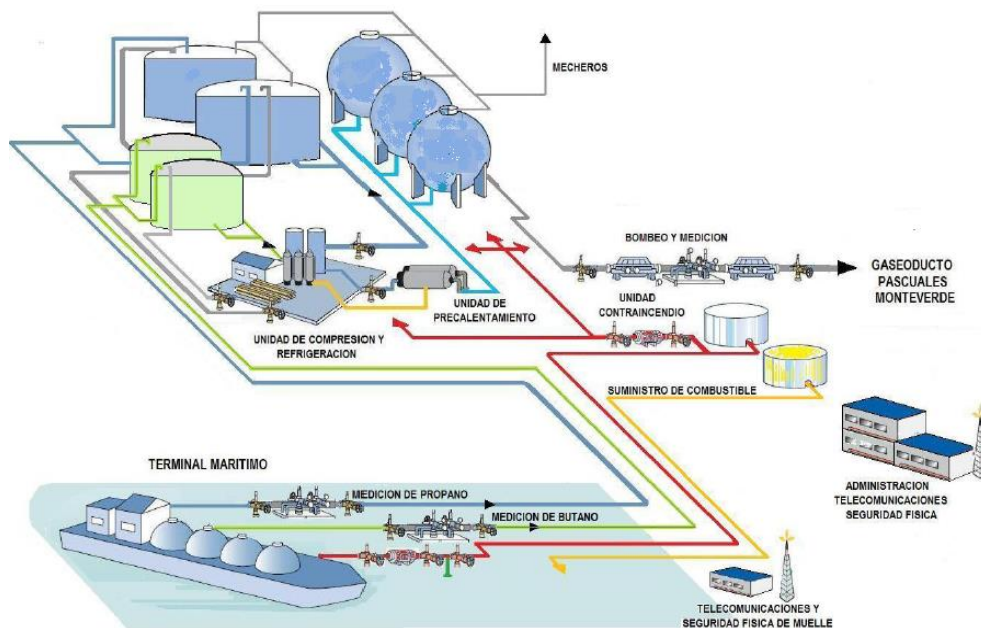


Figura 4.- Diagrama del Terminal Marítimo Monteverde (Colmont Villacrés, León Contreras, & Saca Quispe, 2015)

En el país se transporta el GLP por medio de poliductos y vehículos autotanques para poder movilizar desde la Refinería Esmeraldas, Refinería Shushufindi y Terminal marítimo de GLP Monteverde hacia los terminales de almacenamiento como Chorrillos, La Troncal, Cuenca, Oyambaro y las diferentes plantas de envasado. Para la comercialización de GLP se realiza la

caracterización del producto, para la obtención del poder calorífico de los componentes del GLP que son el propano y butano por medio de las entalpías de formación. (Tabla 3)

Tabla 3.- Entalpías de Formación a 25 ° C y 1 atm

Compuestos inorgánicos	ΔH_f° kJ/mol	Compuestos orgánicos	ΔH_f° kJ/mol
H ₂ O (g)	-241,8	Metano	CH ₄ (g) -74,9
H ₂ O (l)	-285,8	Etano	C ₂ H ₆ (g) -83,9
HF (g)	-268,6	Eteno/Etileno	C ₂ H ₄ (g) +52,5
HCl (g)	-92,3	Etino/Acetileno	C ₂ H ₂ (g) +227,5
NaCl (s)	-411,0	Propano	C ₃ H ₈ (g) -104,7
CaO (s)	-635,1	n-Butano	C ₄ H ₁₀ (g) -125,7
CaCO ₃ (s)	-1 206,9	n-Hexano	C ₆ H ₁₄ (l) -167,2
CO (g)	-110,5	Benceno	C ₆ H ₆ (l) +49,1
CO ₂ (g)	-393,5	Metanol	CH ₃ OH (l) -238,7
NO (g)	+90,3	Etanol	C ₂ H ₅ OH (l) -277,7
NH ₃ (g)	-46,1	Ac. fórmico	HCOOH (l) -409,2
SO ₂ (g)	-296,8	Ac. acético	CH ₃ COOH (l) -484,5
SO ₃ (g)	-395,7	Cloroformo	CHCl ₃ (l) -131,8

(Moya Morales, 2019)

El propano y butano importado llega al Terminal de Almacenamiento Monteverde donde se ejecutan mezclas para la obtención del GLP dentro de los rangos permitidos para poder ser comercializado (62 % Propano – 38 % Butano) hasta (71 % Propano – 29 % Butano), que se encuentran dentro de los rangos de densidad relativa que va desde 0.510 hasta 0.570 respectivamente. (Tabla 4).

Tabla 4.- Porcentaje de productos en mezclas de GLP

MEZCLAS DE GLP			
% C3H8	% C4H10	Poder Calórico	Densidad Relativa de la mezcla
%	%	kJ/mol	
<u>60</u>	<u>40</u>	<u>2440</u>	<u>0,506</u>
<u>61</u>	<u>39</u>	<u>2436</u>	<u>0,509</u>
62	38	2432	0,513
63	37	2427	0,517
64	36	2423	0,521
65	35	2419	0,525
66	34	2414	0,531
67	33	2410	0,536
68	32	2405	0,542
69	31	2401	0,549
70	30	2397	0,556
71	29	2392	0,563
<u>72</u>	<u>28</u>	<u>2387</u>	<u>0,571</u>
<u>73</u>	<u>27</u>	<u>2383</u>	<u>0,579</u>

El GLP extraído de la Refinería de Shushufindi, no es producto de una mezcla provocada, ya que el gas proviene de la captación de gas de los pozos de petróleo. El GLP proveniente de Refinería Shushufindi tiene una densidad relativa de 0.536, lo cual estaría aproximadamente dentro del rango de (67 % Propano – 33 % Butano). Adicional se debe tomar en cuenta, que la mezcla de GLP se da de acuerdo al stock de producto que se tiene en las esferas de almacenamiento. (Ver Anexo 1)

El GLP proveniente de la Refinería Shushufindi tiene más porcentaje de azufre que el GLP importado, pero se encuentran dentro del rango de especificaciones permitas, adicional se calculó el poder calorífico de las mezclas posibles entre Propano y Butano, que resulto tener más Poder Calorífico cuando se tiene una mezcla con mayor proporción de Butano. Pero por otros factores las proporciones de mezclas van desde (62 % Propano – 38 % Butano) hasta (71 % Propano – 29 % Butano).

1.3. CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP

La cadena de comercialización del Gas Licuado de Petróleo (GLP) inicia con la abastecedora que tiene terminal de almacenamiento, la comercializadora que tiene la planta de envasado, el centro de acopio, el depósito de distribución y consumidor final que se abastece en cilindros o a granel, cuando el abastecimiento se lo realiza a granel en la cadena de comercialización pasa directo de la comercializadora al consumidor final, que es la persona o empresa que tiene la instalación centralizada. La cadena de comercialización puede variar dependiendo de factores como geografía, origen del suministro, forma de abastecimiento etc., un ejemplo de la cadena de comercialización es como se indica en la Figura 5.



Figura 5.- Cadena de Comercialización de GLP
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

La única abastecedora que tiene el país, es la empresa pública EP Petroecuador, que tiene la finalidad de producir el GLP y de importar la cantidad necesaria de propano y butano para la producción de GLP para

abastecer la demanda nacional. La abastecedora entrega un volumen de GLP a la comercializadora desde los terminales de almacenamiento, se lo realiza por medio de poliductos y autotanques, y se lo transporta hasta las plantas de envasado. Al momento en el país funcionan con 11 empresas calificadas como comercializadoras (tabla 5) y contienen 19 plantas de envasado que distribuyen el GLP en cilindros a los segmentos doméstico, comercial e industrial por medio de los centros de acopio o depósitos de distribución de GLP. Solo 5 comercializadoras realizan la distribución a granel, lo hacen por medio de autotanques a las 4415 instalaciones centralizadas existentes, que se abastecen para uso doméstico, agrícola, comercial e industrial.

El estado paga una tarifa de envasado a las comercializadoras, dentro de este rubro se contempla el envasado del GLP en los cilindros, transporte de GLP a granel hasta la planta, infraestructura de la planta, introducción de nuevos cilindros al mercado y la reparación y mantenimiento de cilindros. Este valor aumenta el precio del producto final, que finalmente los subsidia el estado.

Tabla 5.- Comercializadoras con sus Plantas de Envasado

COMERCIALIZADORA	PLANTA ENVASADORA
ENI ECUADOR S.A.	AMBATO
	IBARRA
	PIFO
AUSTROGAS C.E.M.	CUENCA
	VENTANAS
CONGAS C.A.	QUEVEDO
ECOGAS	SALCEDO
GASGUAYAS S.A.	SANTA ELENA
DURAGAS S.A.	MONTECRISTI
	BELLAVISTA
	STO. DOMINGO
	PIFO
ESAIN S.A.	ISIDRO AYORA
GALO PALACIOS ZURITA	GALO ENRIQUE PALACIOS
LOJAGAS C.E.M.	CATAMAYO
MENDOGAS S.A.	RIOBAMBA
EP PETROECUADOR – ENVASADORA	ESMERALDAS
	EL CHORRILLO
	SHUSHUFINDI

(Agencia de Regulación y Control Hidrocarbúrico, 2019)

El centro de acopio o también denominado centro de distribución es un lugar para el almacenamiento de cilindros para GLP diseñado y construido con las seguridades y protecciones para almacenar un mínimo de 30 000 kg de GLP en cilindros para suministro a los depósitos de distribución. (Instituto

Ecuatoriano de Normalización, 2015). Al momento el país cuenta con 56 centros de acopio.

Los depósitos de distribución es un lugar que cuenta con las seguridades y protecciones para almacenar GLP en cilindros cuya área mínima debe ser de 10 m². En los depósitos de distribución se permite almacenar un máximo de 15 000 kg de GLP en cilindros para expendio al consumidor final (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015). En cilindros de 15 kg es un máximo de 1000 cilindros de GLP, se debe tener en cuenta que también se distribuyen cilindros de 45 kg que son únicamente para uso del segmento comercial e industrial. Al momento el país cuenta con 2525 centros de distribución.

El cilindro de 15 kg de GLP para el segmento industrial se diferencia del domestico por contener 2 líneas negras transversales. Los cilindros de GLP para los sectores doméstico e industrial se encuentran a la venta al público en los depósitos de distribución de GLP, al momento el país cuenta con 2525 centros de distribución. (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019).

1.4. MERCADO Y COSTOS DEL GLP

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es utilizado mundialmente para los sectores doméstico, petroquímica, industrial, transporte, refinación y agricultura como lo indica la figura 6.

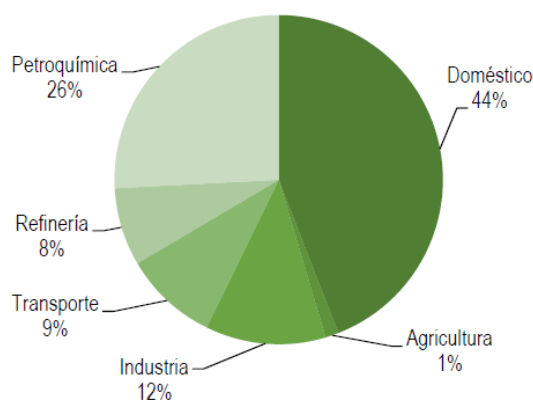


Figura 6.- Consumo Mundial de GLP por sectores 2015
(Unidad de Planeación Minero Energética, 2017)

El consumo mundial de GLP, paso de 275 000 toneladas en 2014 a 285 000 toneladas en el año 2015, siendo Estados Unidos y Canadá y la región de Asia-Pacífico las de mayor aporte en el incremento del consumo. Del total del GLP consumido en el mundo en al año 2015, la región de Asia - Pacífico consumió el 37 % y Norte América el 21 %; Europa-Eurasia el 17 %, Sur y Centro América el 10 %. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2017).

Los precios de gas propano y butano del mercado de EEUU donde el referencial es el índice Mont Belviu indican una baja de 39 %, mientras que en Europa, registran caídas de 44 % a junio del 2019. (Argus International LPG, 2019)

En Ecuador el GLP está destinado para el sector doméstico, comercial, industrial, transporte y agrícola. El 96,9 % de la población en Ecuador utiliza GLP para la cocción de alimentos y calentamiento del agua en las viviendas (Figura 7).

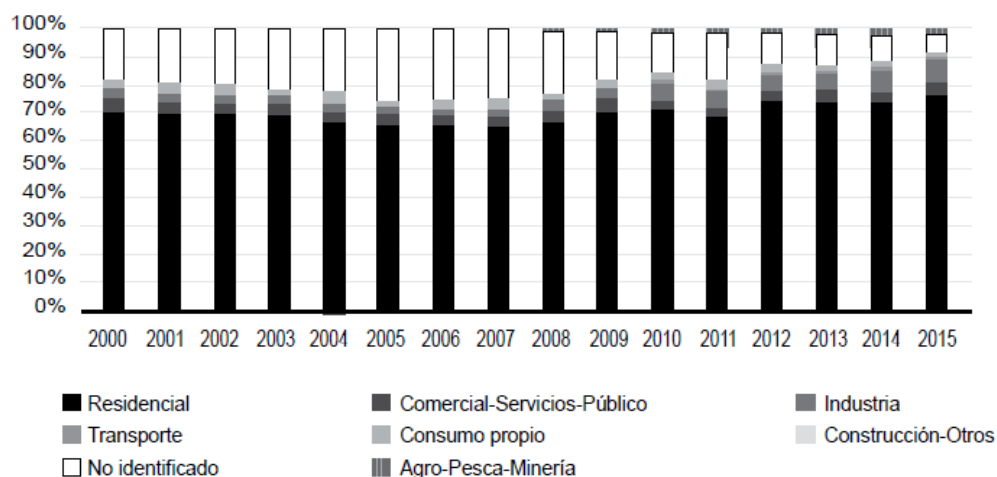


Figura 7.- Participación de los sectores en el consumo de GLP en Ecuador (Espinoza Echeverría & Guayanlema, 2017)

En la actualidad, el estado ecuatoriano subsidia el gas licuado de petróleo (GLP) al segmento doméstico. El precio del cilindro de GLP de capacidad de 15 kg está fijado en US \$ 1.60 por Decreto Ejecutivo 338, publicado en el Registro Oficial N°73 de 02 de agosto de 2005, en el Reglamento de regulación de precios de derivados de petróleo. (Decreto Ejecutivo 338, 2018)

Existe una gran diferencia entre los precios de Ecuador y los países vecinos, en relación al precio del mercado de Perú, la diferencia en un cilindro de 15 kg es de US \$ 14.77 y en relación al precio del mercado en Colombia se de US \$17.15 (Tabla 6).

Tabla 6.- Diferencia de Precios entre Ecuador y países vecinos

PRECIO DEL GLP		
PAÍS	Precio de 1 kg de GLP (\$)	Precio del cilindro de 15 kg (\$)
Ecuador	0.11	1.60
Perú	1.09	16.37
Colombia	1.25	18.75

(Osinergmin, 2019)

El precio el GLP para uso industrial es determinado mensualmente por la empresa pública EP Petroecuador tomando como valor referencial al precio internacional. El valor promedio del año 2019 es de US \$ 0.752403 el kilogramo (EP Petroecuador, 2019), por lo tanto, un cilindro industrial de 15 kg tiene un valor de US \$ 11.29 y el de 45 kg en US \$ 33.86. Se tiene una diferencia de US \$ 9.69 en el precio en el cilindro de 15 kg entre los dos mercados, industrial y doméstico.

En el sector industrial operativamente el uso de los cilindros de capacidad de 15 kg de GLP involucra una incomodidad al tener que cambiarlo frecuentemente, acción que demanda gasto innecesario de dinero y personal, además de que las instalaciones no son diseñadas por personal idóneo, teniendo inseguridad en las instalaciones. (Segovia Loaiza, Carrasco Moran, & Martínez Lozano, 2014), adicionalmente estos tanques pueden ser llenados ilegalmente por operaciones de transvase de un cilindro doméstico a un industrial.

1.5. INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE GLP

Las instalaciones centralizadas de GLP es un conjunto de accesorios para el abastecimiento, almacenamiento y suministro de GLP. Estos sistemas poseen tanques destinados a contener GLP en estado líquido, podemos encontrar tanques verticales y horizontales. Las instalaciones centralizadas pueden encontrarse en la superficie, en la terraza o enterrados. El diseño y la construcción de las instalaciones deben cumplir las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2260:2010. (Salazar V, Martinez U, & Abad M, 2014)

En el diseño de la instalación centralizada de GLP se evalúa la capacidad del tanque, presiones de servicio, distancias en el sistema y consumo. La instalación centralizada contiene un tanque estacionario, línea de abastecimiento, línea de consumo y los elementos de seguridad como las válvulas. Estos accesorios deben estar diseñados tomando en cuenta los valores máximos del rango de la Presión Máxima de Operación (PMO manométrica). Para dimensionar la capacidad del tanque se debe tener en cuenta los criterios del tiempo de recarga, el consumo y la capacidad de vaporización natural del GLP contenido en el recipiente. Por motivos de seguridad, el llenado del tanque no puede sobrepasar el 85 % de su volumen, quedando el 15 % restante ocupado por el GLP en fase gaseosa. (Lomas Páez, 2012). Esta limitación en el llenado debe prever el paso de GLP líquido por las tuberías de GLP gaseoso para el consumo, y en el caso que se caliente el recipiente, el líquido contenido se dilata y podría ocurrir una explosión. (CEPSA, 2001). Dentro de la fabricación de las instalaciones centralizadas uno de los factores que influye es el volumen de consumo, la capacidad de vaporización que se define como la cantidad de consumo de (GLP) medida

en kilogramos por hora [kg/h], o equivalentes, que puede entregar un recipiente a una determinada condición de llenado y a una cierta temperatura ambiental. (Venegas Vásconez & Ayabaca S, 2017)

Las instalaciones centralizadas tienen reguladores que están determinados básicamente por las necesidades de reducción de presión que se presenten en el sistema, por las condiciones particulares de consumo y para garantizar un suministro seguro del gas combustible. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010)

Las instalaciones centralizadas han aumentado después de algunos accidentes que se han hecho públicos por la utilización de cilindros de GLP doméstico en centralinas para el área comercial e industrial. El cuerpo de Bomberos lleva un registro de accidentes por la utilización de cilindros de uso domésticos en locales comerciales, una de las causas que se registra, es que la válvula que conectaba al cilindro no era la adecuada. (Figura 8)



Figura 8.-Accidente por mala utilización del GLP domestico
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

1.6. NORMATIVA Y CONTROL

En Ecuador la institución designada para realizar las actividades de regulación, control y fiscalización en la producción, industrialización, transporte y comercialización del gas licuado de petróleo (GLP) es la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), que dentro de su misión es garantizar el aprovechamiento óptimo de los recursos hidrocarburíferos, velar por la eficiencia de la inversión pública y de los activos productivos en el sector de los hidrocarburos, con el fin de precautelar los intereses de la sociedad, mediante la efectiva regulación y control de las operaciones y actividades relacionadas. (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

La Unidad de Investigaciones de Delitos Energéticos e Hidrocarburíferos de la Policía Nacional (UIDEH) fue creada para que se convierta en la Institución que brinde en apoyo operativo y de investigación a nivel nacional a las Instituciones del Estado, para la defensa de los recursos energéticos e hidrocarburíferos del país y basa su accionar en las disposiciones constantes en la Ley de hidrocarburos y en las Reformas al Código Penal ante organizaciones dedicadas a la comercialización ilícita de combustibles, derivados de Hidrocarburos, incluido el gas licuado de petróleo (GLP). (Unidad de Investigaciones de delitos Energéticos e Hidrocarburíferos, 2015)

Tabla 7.- Normas Técnicas y Normativa Legal relacionadas al GLP

NORMATIVA TÉCNICA
NTE INEN 675: Productos derivados de Petróleo. Gas Licuado de Petróleo (GLP). (2017)
NTE INEN 2260: Instalaciones de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial. Requisitos (2010)
NTE INEN 1537: Prevención de Incendios. Requisitos de Seguridad para Operaciones de Traslado de Gas Licuado de Petróleo (GLP) (2001)
NTE INEN 885: Artefactos domésticos a gas licuado de petróleo (GLP). Mangueras flexibles de conexión. Requisitos y pruebas de ensayo (2013)
NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles (2015)
NFPA 54: Código Nacional de Gas Combustible (2009)
NFPA 58: Código del gas Licuado del Petróleo. Edición (2014)
NORMATIVA LEGAL
Código Orgánico Integral Penal
Reglamento de comercialización de gas por Instalaciones Centralizadas (Acuerdo Ministerial 53; Registro Oficial 606 de 05-jun-2009)
Reglamento de regulación de precios de derivados de petróleo (Decreto Ejecutivo 338; Registro Oficial 73 de 02-ago.-2005; Última modificación: 22-oct.-2015)
Reforma al instructivo para el catastro de instalaciones Centralizadas de Gas Licuado de Petróleo (Resolución Nro. 001-004-DIRECTORIO ORDINARIO-ARCH-2019 publicado en el Registro Oficial N°500 de 03 de junio de 2019)

(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

1.7. OBJETIVOS

Objetivo Principal:

Diseñar sistema de control para las instalaciones centralizadas de provisión de gas licuado de petróleo.

Objetivos Específicos:

- Analizar el control en la cadena de comercialización del GLP a granel.
- Evaluar estadísticamente el consumo de GLP en cilindros y a granel.
- Valorar el control en las Instalaciones Centralizadas de provisión de GLP.

2.- METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

Se expone la metodología para la consecución de los objetivos planteados en el proyecto. Por lo tanto, en primer lugar se realizó la recopilación de la información y datos, se verificó la validez, fiabilidad, exhaustividad, precisión, integridad y puntualidad para garantizar una buena gestión de alta calidad de datos. (UNICEF, 2014)

2.1. CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP A GRANEL Y SUS CONTROLES

- Se examinó la información de la cadena de comercialización de GLP a granel que reposa en la base de datos de la Coordinación Gestión de Control Técnico de Comercialización de GLP y Gas Natural de la Dirección Técnica de Combustibles de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.
- Se verificó el procedimiento de solicitud para abastecimiento de GLP a granel y el abastecimiento del vehículo granelero a la instalación centralizada.
- Se analizó los controles de fiscalización que realiza la ARCH a todos los sujetos de control dentro de la cadena de comercialización de GLP hasta el abastecimiento a las instalaciones centralizadas.

2.2. ESTADÍSTICAS DEL CONSUMO DE GLP EN ECUADOR

Se evaluó estadísticamente el consumo de GLP en cilindros y a granel, mediante el método de correlación de los datos estadísticos sociodemográficos y sociales, como la proyección de crecimiento poblacional del país informado en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Se evaluó de la siguiente forma:

- Se obtuvo datos estadísticos del INEC como de la población de Ecuador, movimiento migratorio, promedio de personas por hogar, consumo promedio de cilindros por hogar.
- Se realizó el cálculo del número total de cilindros que se despachan en el día todas las plantas de envasado al usuario final.
- Se realizó el cálculo con los cilindros excedentes que salen a comercializarlos.
- Se evaluó las pérdidas económicas que asume el estado ecuatoriano por la mala utilización del GLP subsidiado.

2.3. CONTROLES EN LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GLP

- Se realizó un muestreo probabilístico realizando la técnica de azar por conglomerado (Otzen & Manterola, 2011), se identificó conjuntos representativos de las Instalaciones Centralizadas.
- Se realizó inspecciones de campo utilizando el método de observación científica, para visualizar el abastecimiento de los vehículos graneleros hacia las instalaciones centralizadas de provisión de GLP, para lo cual se observó cuidadosamente, críticamente y se registró los datos observados. (Díaz Sanjuán, 2011)
- Se valorará el sistema de control para la fiscalización y control del Gas Licuado de Petróleo (GLP) en las instalaciones centralizadas de provisión de GLP.
- Se planteó un procedimiento para la fiscalización en la cadena de comercialización y abastecimiento de GLP a granel.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DEL METODO DE CONTROL EN LA CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DE GLP A GRANEL

Las comercializadoras tienen un banco de datos de las instalaciones centralizadas con las que tienen contrato para el abastecimiento, y se encuentran legalmente catastradas 4 415 instalaciones centralizadas en la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) para posteriormente ser suministrada (Figura 9).

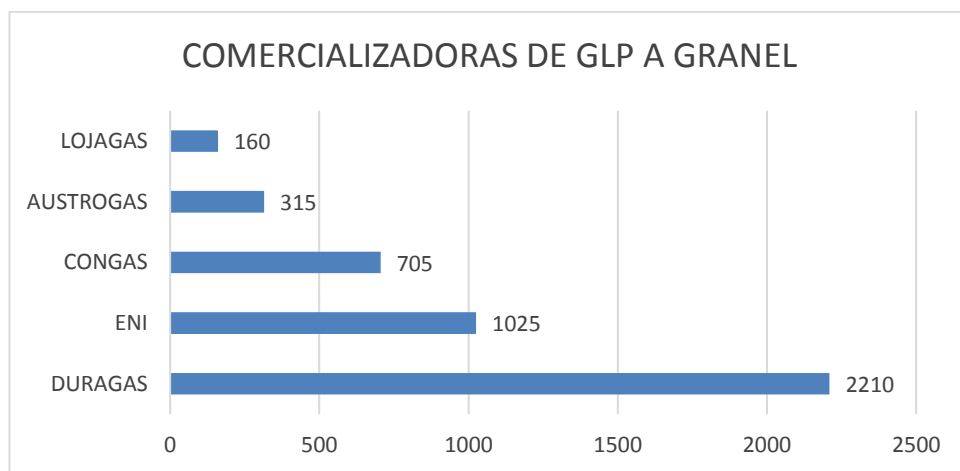


Figura 9.- Instalaciones Centralizadas por Comercializadora

Las comercializadoras reciben el requerimiento de GLP por medio de los propietarios, cuando estos verifican en el manómetro que el volumen de GLP en el tanque es del 20 % o menor (Figura 10).



Figura 10.- Instalaciones Centralizadas de GLP

El departamento comercial de la comercializadora envía el requerimiento de GLP a la planta de envasado, se realiza un cronograma de abastecimiento, para que se despache el GLP requerido y se realice el abastecimiento de la instalación centralizada por medio del autotanque, o también llamado granelero (Figura 11).



Figura 11.- Abastecimiento del Autotanque – Vehículo Granelero de GLP

Del total de las instalaciones centralizadas de provisión de GLP que fueron inspeccionadas en un 60 % no cuentan con un medidor en la línea de consumo, instrumento que nos permite verificar si la instalación se encuentra abasteciéndose, por lo cual no se llevan datos estadísticos de consumo de la instalación, solo se puede llevar un estadístico por número de RUC del comprador del producto. (Figura 12)



Figura 12.- Valoración de las Instalaciones Centralizadas

Durante una inspección a una de las comercializadoras se verificó que se realiza la venta de GLP a granel al usuario final, sin tomar en cuenta el segmento al que fue autorizado la instalación centralizada, la cual se encuentra identificada con el número de registro en el catastro de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), cuando la compra del combustible la realiza una empresa, en ese momento lo destinan como segmento industrial. Dentro de las facturas se verificó que existe una empresa que compra el GLP a la comercializadora y realiza una re-distribución a edificios, residencias y negocios, en la factura no especifica al segmento a cuáles pertenecen las Instalaciones Centralizadas que abastece y es una actividad que no se encuentra contemplada dentro de la normativa legal vigente.

El mayor número de instalaciones centralizadas se encuentran en Pichincha y Guayas, como se indica en la figura 13.

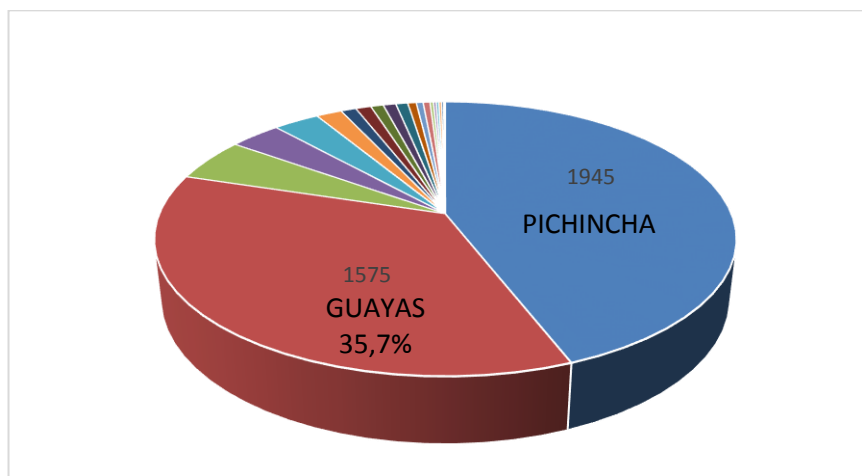


Figura 13.- Instalaciones Centralizadas por Provincias (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

Además se puede identificar mediante inspecciones técnicas realizadas que el 16 % de las instalaciones centralizadas de GLP construidas antes del 2010, no cumplen con lo establecido en la norma NTE INEN 2260 y no cuentan con un contador de consumo de GLP.

Por lo tanto, para un mejor control de la entidad de fiscalización se propone aplicar el siguiente procedimiento desde el requerimiento del producto hasta el abastecimiento y así realizar la inspección “*in situ*”, al momento de proveer el GLP a la instalación centralizada.



Figura 14.- Proceso de control del abastecimiento de GLP

3.2. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE CONSUMO DE GLP

La Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) ha percibido un crecimiento del 16.86 % en el consumo del GLP del segmento doméstico en los últimos 10 años y la declinación de 2.9% del consumo del segmento industrial en referencia al año 2018, por lo tanto, el estado se ha visto en la obligación de aumentar los controles ante la desviación del GLP subsidiado al segmento comercial e industrial.

La programación asignada por la ARCH a las comercializadoras para el mes de agosto 2019, se designaron diariamente para el segmento doméstico 2 894 toneladas como se aprecia en la tabla 8 y se envasaron en un promedio entre 193 000 a 207 000 cilindros diarios, aquí debemos tener en cuenta el volumen remanente que regresa en el cilindro hacia la planta de envasado que es en un promedio entre de 0.6 kg hasta 1.1 kg por lo cual un cilindro de 15 kg de capacidad va a necesitar menos volumen de GLP para ser llenado. (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

Tabla 8.- Volumen de GLP doméstico envasado diariamente por las comercializadoras

PROGRAMACIÓN CUPOS DE VOLUMEN DE GLP POR COMERCIALIZADORA-AGOSTO 2019	
COMERCIALIZADORA	PROGRAMA AGOSTO (T GLP/d)
DURAGAS	1.118
ENI ECUADOR	916
CONGAS	340
ESAIN	142
AUSTROGAS	125
LOJAGAS	101
ECOGAS	44
MENDOGAS	49
EP PETROECUADOR	20
GALO E. PALACIOS	31
GASGUAYAS	8
TOTAL	2.894

En agosto del año 2019 se tiene en promedio un consumo de 2 894 toneladas/día del segmento doméstico representa el 92.17 % del consumo total del país y el consumo de GLP en el segmento industrial es en un promedio de 238 toneladas/diarias que es el 6.47 %, mucho depende de los meses de mayor demanda, en el segmento agroindustrial consume 27 toneladas/día, se puede visualizar en una representación gráfica como se indica en la figura 15.

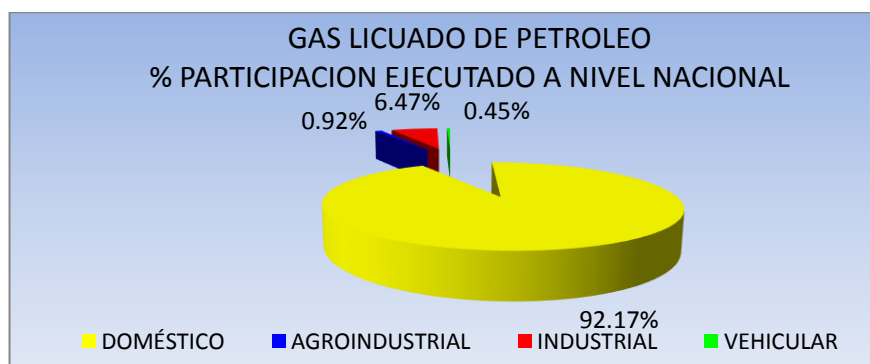


Figura 15.- Consumo de GLP en los Segmentos
(EP PETROECUADOR, 2019)

Tomando la información estadística del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) a septiembre del 2019, Ecuador tiene 17 338 000 habitantes, y según el Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010, el promedio de personas por hogar es de 3.78, pero para el cálculo se aproxima a 4 personas. Además, debemos analizar la migración, como lo indica el INEC en el año 2018 se tuvo 175 397 personas extranjeras en el movimiento migratorio más 25 064 personas que han ingresado de forma regular. (Tabla 9)

Tabla 9.- Análisis de consumo real de GLP doméstico

Población Ecuatoriana	17 338 000	habitantes
Movimiento Migratorio	200 461	personas
Población que vive en Ecuador	17 538 461	habitantes
Promedio de personas por hogar	3.78	personas
Número de personas por hogar	4	personas
Número aproximado de total de familias	4 384 615	familias
Consumo promedio de cilindros por mes en cada hogar	1.3	cilindros/mes
Número de cilindros requeridos	5 700 000	cilindros/mes
Número de cilindros requeridos	190 000	cilindros/día
Número de cilindros que se envasan	207 000	cilindros/día
Número de cilindros en Stock	17 000	cilindros/día
Toneladas en Stock en cilindros	238	Toneladas
Kilogramos de GLP necesarios para envasar	2 660 000	kilogramos
Toneladas mínimas requeridas	2 660	Toneladas
Toneladas envasadas diariamente	2 894	Toneladas

Si se envasan 2 894 toneladas diarias, que representan 207 000 cilindros aproximadamente para el segmento doméstico, si se realiza el abastecimiento de 190 000 cilindros se puede entender que en stock deberían quedar en los depósitos de distribución de GLP alrededor de 17 000 cilindros que equivale a 238 toneladas de GLP, se debe tener en cuenta que todos los días los centros de acopio se abastecen, y en momentos se especula que existe desabastecimiento de GLP en el país, por medio de inspecciones en conjunto de la ARCH con Comisaría de Policía, Gobernaciones, SRI se verificó que existe desviación del GLP doméstico a otros segmentos. (Tabla 10)

Tabla 10.- Pérdidas por desviación de GLP subsidiado

CILINDRO DE GLP			PERDIDAS POR DESVÍO DE GLP		
NÚMERO	DOMESTICO	INDUSTRIAL	DÍA	MES	AÑO
1	\$ 1.60	\$ 10.91	\$ 9.31	\$ 279	\$ 3 398
17 000	\$ 27 200	\$ 185 470	\$ 158 270	\$ 4 748 100	\$ 56 977 200

Se puede determinar estadísticamente que existe una desviación de 17 000 cilindros diarios de uso doméstico, al ser utilizado en el segmento industrial se pierde la función que es entregar un subsidio a las familias ecuatorianas para ayudar en la economía familiar, el Ecuador pierde diariamente \$ 158 270 USD por el desvío de 17 000 cilindros de uso doméstico, al año estas pérdidas ascienden a \$ 56 977 200 USD.

El consumo de GLP en el segmento domestico ha tenido un crecimiento del 16.8 % en los últimos 10 años, se ha tomado las toneladas promedio desde el año 2009 hasta el a septiembre del 2019, en la actualidad el consumo diario se encuentra en 2 821 toneladas por día, como lo indica la figura 16.

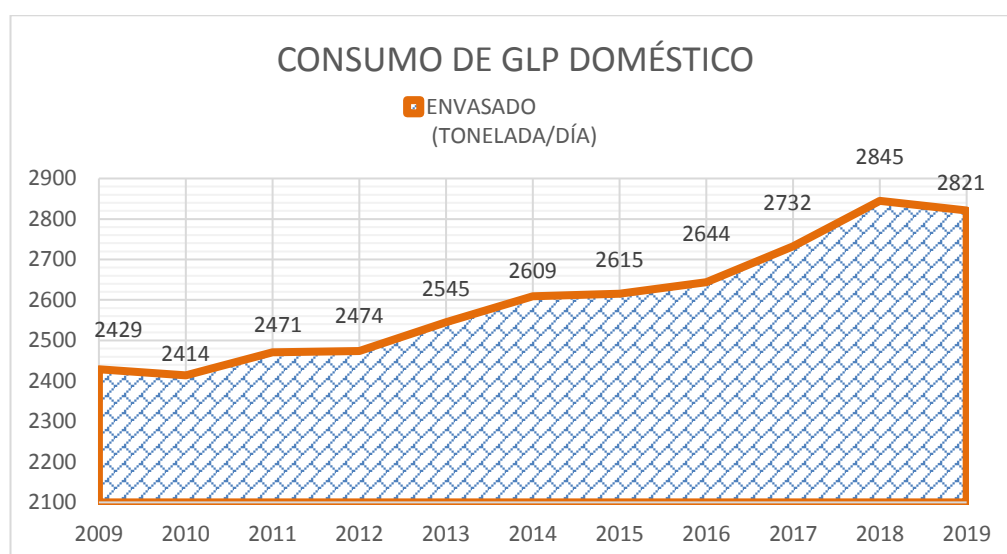


Figura 16.-Consumo de GLP doméstico en Ecuador 2009 – 2019
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

En el segmento industrial el uso del GLP es muy importante, ya que es la fuente de energía para una diversidad de actividades de manufactura y agroindustrial. Se ve reflejado una disminución del consumo del 2.9 % del promedio anual actual en relación al promedio del año anterior. (Figura 17).

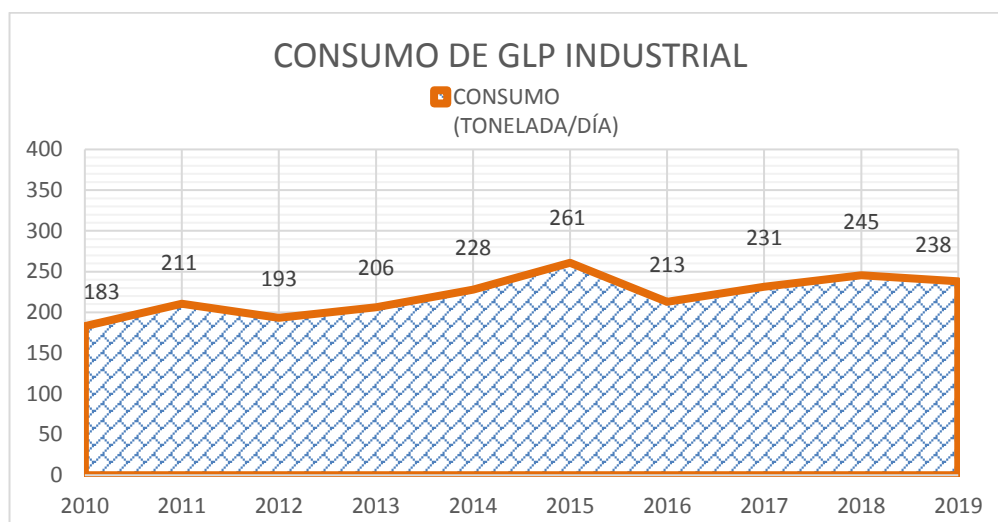


Figura 17.- Consumo de GLP industrial en Ecuador 2010 – 2019
(Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, 2019)

El volumen de GLP que se abastece a granel es de 350 toneladas, de las cuales 85 toneladas, abastece a 2 300 instalaciones centralizadas de segmento doméstico y 190 toneladas para las 2 115 instalaciones centralizadas en el segmento industrial. Cabe indicar que un vehículo granelero abastece en un promedio de 12 a 15 instalaciones diarias.

Se realizó el análisis si Ecuador con la eliminación del subsidio al Gas Licuado de Petróleo, se tendría anualmente 703 417 050 USD adicionales al presupuesto nacional del estado. (Tabla 11)

Tabla 11.- Precio del GLP sin subsidio

ENVASADO DE CILINDROS DE GLP A NIVEL NACIONAL					
CILINDRO DE GLP			ADICIONAL AL RETIRAR EL SUBSIDIO		
NÚMERO	CON SUBSIDIO	SIN SUBSIDIO	DÍA	MES	AÑO
1	\$ 1.60	\$ 10.91	\$ 9.31	\$ 279	\$ 3 398
207 000	\$ 331 200	\$ 2 258 370	\$ 1 927 170	\$ 57 815 100	\$ 703 417 050

Se realizó el análisis de consumo de GLP, al momento el país consume 2 894 toneladas por día, uno de los factores que se analizó es la desviación de GLP subsidiado, mediante el estudio estadístico se obtuvo que aproximadamente 17 000 cilindros son desviados diariamente y que se tiene pérdidas anuales de 56 977 200 USD lo cuales podrían beneficiar al presupuesto nacional del estado.

3.3. VALORACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EN EL ABASTECIMIENTO A LAS INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PROVISIÓN DE GLP

Con personal operativo de la ARCH y en conjunto con las empresas comercializadoras que abastecen a las instalaciones centralizadas se realizó la visita a las 1945 instalaciones centralizadas catastradas que se encuentran en la provincia de Pichincha que corresponde al 100 % de la muestra tomada para el análisis, pero solo se pudo ingresar a realizar las inspecciones a 451 instalaciones centralizadas que corresponden a 23.2 % de la muestra seleccionada, al momento de las inspecciones una de las causas es que no se encontraban las personas encargadas o responsables para autorizar nuestro ingreso.

De las 451 instalaciones centralizadas realizada la inspección 72 instalaciones no cumplen con lo que dispone la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2260 en la cual establece los requisitos técnicos y las medidas de seguridad mínimas que deben cumplirse al diseñar, construir, reformar, revisar y operar las instalaciones receptoras de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010)

Dentro de la información proporcionada se puede verificar que las instalaciones que no cumplen con la norma NTE INEN 2260 fueron construidas antes del año 2010, año desde el cual se encuentra vigente dicha norma, el 16 % de las instalaciones centralizadas inspeccionadas que fueron construidas antes del 2010 tienen falencias, lo que más se encontró son las distancias de construcción, la ubicación del tanque y los aspersores de enfriamiento. Además se encontró que no han sido realizados los mantenimientos preventivos anuales que se realizan a las líneas de consumo y al tanque de almacenamiento.

En el 76.8 % de las inspecciones realizadas no se pudo ingresar a realizar la verificación de la instalación, toca tener en cuenta que los propietarios de las instalaciones centralizadas no son sujetos de control de la ARCH, ya que esta actividad no se contempla en los controles que realiza la ARCH, para poder acceder

Se propone la colocación de un dispositivo o instrumento que controle su flujo de consumo dependiendo a la utilización que fue destinado el GLP en los permisos aprobados, de esta manera se mejorará el control y fiscalización del GLP. (Camacho Acuña, 2017)

Se diseñó el sistema de control con la colocación de una regulación en dos etapas lo cual brindara una adecuada precisión en el en el control de la

instalación, para el segmento doméstico la presión en la línea de consumo está entre 8 a 10 psi y para el segmento comercial e industrial, dependiendo el uso va a ser de 16 a 28 psi, y así establecemos el tipo de regulador que se va a instalar y es una opción para diferenciar el segmento a cuál pertenece esta instalación centralizada, se debe saber lo siguientes aspectos:

- Caudal máximo de los equipos.
- Presión de servicio de la línea o rango de presión de descarga.
- El regulador de primera etapa está dotado de una protección con bloqueo por alta y baja presión.

Para la colocación de contadores se deben seleccionar de acuerdo con la capacidad requerida para la máxima y mínima presión de operación prevista en el sistema y la máxima caída de presión permisible. El medidor volumétrico de gas debe garantizar la correcta medida del volumen de GLP que está circulando. Tienen que ser instalados en forma vertical, nivelados y conectados a tuberías que garanticen la estabilidad del equipo y la hermeticidad del sistema y deben disponer de válvulas que permitan el suministro o suspensión del servicio. El venteo del regulador debe quedar orientado hacia abajo o en sentido lateral, protegido de la entrada de agua e insectos. (Figura 18). El lugar destinado para la ubicación de los contadores debe cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de la norma NTE INEN 2260:2010.

- La localización debe colocarse en el exterior de las viviendas o en áreas comunes ventiladas, con una facilidad de acceso para su lectura y de dimensiones tales que permitan la realización de trabajos de mantenimiento, control, inspección, reparación.
- En caso de requerirse iluminación en los armarios deben instalarse lámparas a prueba de explosión y el interruptor de encendido se debe localizar en el exterior del mismo
- El centro de medición debe aislarse de interruptores, motores u otros artefactos eléctricos que puedan producir chispas. Está totalmente prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en los alrededores del centro de medición.
- El sitio debe estar protegido de la acción de agentes externos tales como impacto, daños mecánicos, humedad excesiva, agentes corrosivos y de cualquier factor que pueda producir el deterioro de los equipos.
- Para gases más densos que el aire los medidores no pueden ubicarse en un local cuyo nivel este por debajo del nivel del terreno, como en el caso de sótanos o semisótanos, pues existe el peligro de acumulación de gases causados por fugas.
- Los medidores no se deben ubicar a nivel del piso.

Para la implementación de una instalación centralizada se realiza un estudio técnico y económico, se deberá determinar el volumen de consumo para determinar la capacidad del tanque estacionario de almacenamiento, estos pueden ser propios o dados comodato por la empresa comercializadora, la distancia entre la planta de envasado y el lugar del abastecimiento de la instalación centralizada abastece por el costo del transporte, permisos y valores de servicios de la comercializadora por mantenimiento, la construcción de la instalación centralizada oscilan entre USD \$ 2 000 a USD \$ 5 000.

Con la implementación de un sistema de control a la instalación centralizada de provisión de Gas Licuado de Petróleo (GLP), se tiene muchas ventajas:

- Controlar y fiscalizar eficientemente el volumen de consumo de GLP
- Reducir la desviación de GLP subsidiado a otro segmento.
- Reducir incidentes y accidentes por el uso inadecuado de GLP.

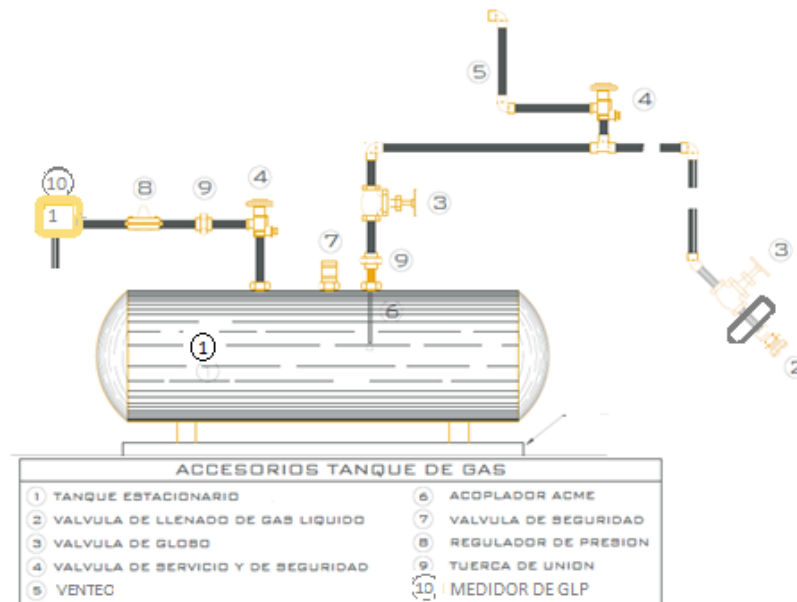


Figura 18.- Diseño del Sistema de Control a Instalaciones Centralizadas de GLP

El sistema de control inicia con una verificación del requerimiento de GLP desde el momento que se ingresa la solicitud de abastecimiento con el número ARCH catastrado de la instalación centralizada, se verifica con el promedio de consumo y/o de abastecimiento, al momento del abastecimiento se toma los datos del medidor en la línea de consumo. El personal de la ARCH realiza una inspección a la instalación centralizada para verificar el abastecimiento. Para verificar el buen uso del GLP se incorpora una válvula de alivio de presión de consumo según el segmento, para el sector doméstico la presión en la línea de consumo está en el rango de 8 a 10 psi y para el segmento comercial e industrial, dependiendo el uso va en un rango de 16 a 28 psi.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término de este trabajo de titulación, se obtienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

4.1. CONCLUSIONES

- Se ha concluido que en la distribución de GLP que se realiza a granel de la comercializadora hacia el consumidor final para el abastecimiento de las instalaciones centralizadas de provisión de GLP no tiene un método de control para verificar el volumen consumido y uso establecido en el catastro de la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos.
- Se concluye que existe empresas que realizan un re-distribución con el GLP doméstico y no se sabe si el abastecimiento va hacia una instalación para uso doméstico o industrial, actividad que no está contemplada dentro de la normativa legal vigente.
- El 16 % de las instalaciones centralizadas de GLP inspeccionadas que fueron construidas antes del 2010, no cumplen con lo establecido en la norma NTE INEN 2260 y no cuentan con un contador de consumo de GLP.
- Se concluye estadísticamente que el consumo real del segmento doméstico debe de ser de 190 000 cilindros de 15 Kg de capacidad, y que tiene un abastecimiento excesivo 17 000 cilindros que por medio de operativos y accidentes registrados se verificó que están siendo utilizados en el segmento comercial e industrial.
- Ecuador tiene pérdidas anuales son de US \$ 56 977 200 por el desvío del GLP subsidiado
- Se ha concluido que el diseño propuesto del sistema de control diseñado para las instalaciones centralizadas para un proceso eficaz de control y fiscalización del abastecimiento y consumo de GLP debe incorporarse un medidor de volumen en la línea de consumo y válvulas de alivio de presión de servicio para cada uno de los segmentos

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la incorporación de las instalaciones centralizadas de provisión de GLP como sujetos de control de la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos.
- Se recomienda analizar, verificar y aplicar las acciones de control y fiscalizaciones enmarcadas en la normativa legal vigente respecto a la cadena de comercialización de GLP.
- Se recomienda realizar una inspección semestral en conjunto con personal de la comercializadora, bomberos y ARCH a las instalaciones centralizadas.
- Se recomienda realizar análisis de consumo de GLP en los segmentos doméstico, industrial y agroindustrial y georeferenciar las ubicaciones donde se han encontrado problemas de abastecimiento y uso inadecuado del GLP.
- Se recomienda realizar operativos de control en conjunto con entidades como ARCH, Policía Nacional (UIDEH), Bomberos y Fiscalía.
- Se recomienda eliminar progresivamente el subsidio del Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- Incorporar un procedimiento para la fiscalización en la distribución de GLP a granel.
- Se recomienda la implementación del sistema de control para la fiscalización en las instalaciones centralizadas de provisión de GLP.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (19 de Mayo de 2019). *Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero: <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/mision/>
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (2019). *Estadística de Comercialización y Distribución de GLP - Abril 2019*. ARCH, Dirección de Combustibles. Quito: ARCH.
- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (2019). *Estadística de Comercialización y Distribución de GLP - Junio 2019*. ARCH, Dirección de Combustibles. Quito: ARCH.
- Aguilar Orozco, S. Y. (2013). *Estudio comparativo de las ventajas y desventajas del Gas Natural con respecto a otros combustibles*. Ciudad de Mexico: Instituto Politécnico Nacional Mexico.
- ARCH. (11 de 02 de 2019). *Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero: <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/mision/>
- Argus International LPG. (2019). *Daily international LPG prices and market commentary*. Londres: Argus.
- Asamblea Nacional República del Ecuador . (2014). *Código Orgánico Integral Penal*. Asamblea Nacional República del Ecuador . Quito: Registro Oficial.
- Avila Leiva, R. L. (2009). *Gas Natural: Uso, transporte y desarrollo de nuevas tecnologías*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Banco Mundial. (19 de Mayo de 2019). *Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/country/ecuador/overview>
- Camacho Acuña, S. (2017). *Diseño de una instalación de GLP en una estructura autoportate tipo skid para autoabastecimiento de gas*. Mexico: UNAM.
- Cepeda Morales, C. A. (2014). *Dimensionamiento de Sistema Centralizado de Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo para Planta Metalúrgica*. Guayaquil: ESPOL.
- Cepeda Morales, C. A. (2014). *Dimensionamiento de Sistema Centralizado de Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo para Planta Metalúrgica*. Guayaquil: ESPOL.
- CEPSA. (2001). *Manual de instalaciones de GLP*. Madrid: CEPSA.
- Colmont Villacrés, E., León Contreras, J., & Saca Quispe, S. (2015). *Peligrosidad sísmica y estimación de daños por onda de sobrepresión y radiación térmica de la Planta de Almacenamiento de Gas en Monteverde*. Guayaquil, Guayas: ESPOL.
- Decreto Ejecutivo 338. (2018). *Reglamento de Regulación de precios de Derivados de Petróleo*. Presidencia de la Republica del Ecuador. Quito: Registro Oficial.

- Díaz Sanjuán, L. (2011). La Observación. En L. Díaz Sanjuán, *Método Clínico* (pág. 29). Distrito Federal de México: UNAM.
- EP Petroecuador. (2014). *Requisitos para la firma de Contrato de Compra-Venta de GLP*. Quito: EP Petroecuador.
- EP PETROECUADOR. (2019). *Evaluación Nacional de Comercialización de GLP Junio 2019*. EP Petroecuador, Comercialización . Quito: EP Petroecuador.
- EP Petroecuador. (2019). *Precios de venta a nivel de terminal para las comercializadoras calificadas y autorizadas a nivel nacional*. EP Petroecuador, Gerencia de Comercialización. Quito: EP Petroecuador.
- Espinoza Echeverría, S., & Guayanlema, v. (2017). *Balance y proyecciones del sistema de subsidios energéticos en Ecuador*. Quito: FES - Friedrich Ebert Stiftung.
- INEN. (11 de 02 de 2019). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <http://www.normalizacion.gob.ec/mision-y-valores-institucionales/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). *NTE INEN 1537:2001 Prevención de Incendios. Requisitos de Seguridad para Operaciones de Tránsito de Gas Licuado de Petróleo (GLP)*. INEN. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 2260:2010 Instalaciones de gases combustibles para uso residencial, comercial e industrial. Requisitos*. INEN. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (06 de 09 de 2013). *NTE INEN 2341:2013 Productos del Petróleo, productos relacionados con el Petróleo y Afines, Definiciones*. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 683:2013 Gas Licuado de Petróleo. Análisis de Cromatografía*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 1534 Prevención de Incendios. Almacenaje de cilindros para Gas Licuado de Petróleo (GLP). Requisitos*. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). *NTE INEN 675:2017 - Productos derivados de Petróleo. Gas Licuado de Petróleo (GLP). Requisitos*. Quito: INEN.
- Internacional Maritime Organization. (2005). *International Convention for the Safety*. Internacional Maritime Organization. Londres: Lloyd's Register.
- Jiménez Naranjo, D. F. (2019). *Evaluación de la Cadena de Comercialización de GLP en Ecuador - 2018*. Quito: ARCH.
- Lomas Páez, C. R. (2012). *Diseño e implementación de Sistemas Centralizados de Gas Licuado de Petróleo (GLP)*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Ministerio de Energía y Minas. (17 de Septiembre de 2002). *Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas. Reglamento de Operaciones Hidrocarburíferas*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Moral Arce, I. (2014). *Elección del método de evaluación cuantitativa de una política pública*. Madrid, España: Eurosócial.
- Moya Morales, E. (13 de Julio de 2019). *La Química Fácil*. Obtenido de La Química fácil:

- http://www.laquimicafacil.es/FQ1/Termo/termoquimica/mediante_entalpas_de_formacin.html
- National Fire Protection Association - NFPA. (1998). *NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code*. NFPA. Massachusetts: International Codes and Standards Organization.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2011). Sampling Techniques on a Population Study. *Internacional Journal of Good Conscience*, 6.
- Phillips Petroleum Company. (2010). *Liquefied Petroleum Gas*. Tulsa: Phillips Petroleum Company.
- Poma Montes, M. (2017). *Sistema de Pararrayos y su importancia para la seguridad*. Lima: City Energía.
- Ray, T. (2010). *Liquefied Petroleum Gas - GLP*. Oklahoma: Phillips Petroleum Company.
- Salazar V, V. M., Martínez U, G., & Abad M, J. (2014). Modelo para la determinación del tamaño óptimo de un tanque estacionario de almacenamiento de GLP aplicado al negocio de comercialización al Granel. (ESPOL, Ed.) *ESPOL*, 7.
- Secretaría de Hidrocarburos. (2015). *Producción*. Secretaría de Hidrocarburos, Producción, Quito.
- Segovia Loaiza, R. A., Carrasco Moran, M. A., & Martínez Lozano, E. (2014). Diseño y Construcción e una instalación de Gas Licuado de Petróleo para una Urbanización. (ESPOL, Ed.) *CICYT*, 6.
- The World LPG Association - WLPGA. (2015). *Guidelines for Good Business Practices in the LPG Industry*. Paris: World LPG Association - WLPGA.
- Thompson, S. M., Robertson, G., & Johnson, E. (2010). *Liquefied Petroleum Gas*. Shell Internationale, Oil & Gas. Den Haag: Shell Internationale.
- UNICEF. (2014). *Métodos de Recolección y Análisis de Datos en la Evaluación de Impacto*. Unicef, Centro de Investigaciones Innocenti. Florencia: Unicef.
- Unidad de Investigaciones de delitos Energéticos e Hidrocarburíferos. (2015). *Informe de Rendición de Cuentas UIDEH 2015*. Quito: Policía Nacional.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). *Cadena del Gas Licuado del Petróleo (GLP)*. Bogota: Ministerio de Minas y Energía.
- Venegas Vásconez, D., & Ayabaca S, C. (2017). *Instalaciones de Gas Licuado de Petróleo para sistemas residenciales, comerciales e industriales*. Madrid: Académica Española.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1.- Informe de resultados de Cromatografía de GLP de la Refinería de Shushufindi

EP - PETROECUADOR INFORME DE RESULTADOS



GERENCIA: GERENCIA DE REFINACION REFERENCIA: PROGRAMA DE TRANSFERENCIA N°042
 ORGANIZACIÓN: M03_REFINERÍA SHUSHUFINDI PRODUCTO ANALIZADO: 0064 GLP
 INFORME NO. M03-G190024-2019 CODIGO MUESTRA: G190024

DATOS CLIENTE			
NOMBRE	INTENDENCIA DE REFINACION CIS		
DIRECCION	Via Limoncocha Km 1 1/2		
TELEFONO	062839233 Ext 60025		
SOLICITADO POR	PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION		

DATOS DE LA MUESTRA			
ORIGEN DE LA MUESTRA	GT-3604	HORA TOMA DE MUESTRA	07:30:00
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	2019/02/11	HORA DE RECEPCION DE MUESTRA	08:10:00
CANTIDAD DE MUESTRA	1 L	PUNTO DE MUESTREO	LINEA DE RECIRCULACION
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA	2019/02/11		
LUGAR TOMA DE MUESTRA	GT 3604		

DATOS DE ANALISIS			
TEMPERATURA AMBIENTE	22.61 °C	PRESION BAROMETRICA	98.3 kPa
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE	62.6 %HR	FECHA FINALIZACION DE LOS ENSAYOS	2019/02/11 11:00:00
FECHA DE INICIO DE LOS ENSAYOS	2019/02/11 08:10:00		
FECHA DE EMISION DEL INFORME	2019/02/11		

PARAMETRO	METODO		ESPECIFICACION ⁽¹⁾		RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	U ⁽²⁾
	(ASTM_INEN)	INTERNO	MIN.	MAX.			
DENSIDAD RELATIVA (15.6/15.6°C)	ASTM D1657	PEE-LABCCRS-04	0.510	0.570	0.536	-	±5%
SULFURO DE HIDROGENO*	ASTM D2163		-	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
PRESION DE VAPOR A 37.8 °C (100 °F)	ASTM D1267 NTE INEN 676	PEE-LABCCRS-16	-	1379	1135	- kPa	-
CONTENIDO DE AZUFRE	ASTM D6667 O IP 272	PEE-LABCCRS-03	-	165	55.0	- mg/kg	±11%
MANCHA DE ACEITE OBSERVADA*	ASTM D2158		-	NEGATIVO	NEGATIVO	-	-
RESIDUO DE EVAPORACION DE 100 ml	ASTM D2158	PEE-LABCCRS-15	-	0.05	0.00	- ml	±8.6%
TEMPERATURA DE EVAPORACION AL 95%	ASTM D1837	PEE-LABCCRS-15	-	2.2	-0.8	- °C	±7.8%
PENTANO Y MAS PESADOS*	ASTM D2163		-	2	0.0	- %V	-
CORROSION A LA LAMINA DE COBRE	ASTM D1835 NTE INEN 676	PEE-LABCCRS-08	-	No. 1	1B	-	-

*API OBSERVADO: ---
 TEMPERATURA OBSERVADA: ---
 OBSERVACIONES: TEMPERATURA DE EVAPORACION AL 95%= 30.6 °F
 PESO MOLECULAR: 42.30

OK EXCEL y SICOMI



FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

ING. ELIZABETH GARZON VITERI
JEFE DE LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD

AGENCIA REGIONAL DE CONTROL HIDROCARBURIFERO
COORDINACION CONTROL DE DERIVADOS
SUCUMBOS - CIS

ARCH 11 FEB 2019 HORA

RECIBIDO N° Documentos

FIRMA: ANTECEDENTES:

A.R.C.H.

NOTAS:

Los resultados de este informe corresponden únicamente a las propiedades de la muestra analizada en el laboratorio. Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Director Técnico del Laboratorio y/o Jefe de Control de Calidad. Los ensayos marcados con (*) NO están dentro del alcance de la acreditación del SAE.

- (1) Referido a la Norma INEN: NTE INEN 675.2017
- (2) La incertidumbre reportada (U), se expresa con un nivel de confianza del 95%.

Dirección Organización: Km 1 1/2 VÍA LIMONCOCHA