



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA EN LA RECUPERACIÓN
DE VAPORES DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU USO EN
LA PLANTA DE MONTEVERDE**

AUTOR

Suárez Méndez, Fabricio Andrés

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN PETRÓLEOS**

TUTOR

Ing. Gutiérrez Hinstroza, Marllelis Del Valle, PhD.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Fidel Chuchuca Aguilar, MSc.
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

**Ing. Marllelis Gutiérrez Hinestroza, PhD.
TUTOR**

**Ing. Carlos Malavé Carrera, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA 1**

**Ing. Andrés Guzmán Velásquez, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA 2**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por FABRICIO ANDRÉS SUÁREZ MÉNDEZ, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Petróleos.

TUTOR

Ing. Marllelis Del Valle Gutiérrez Hínestroza, PhD.

27 días del mes de noviembre del año 2023



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, FABRICIO ANDRÉS SUÁREZ MÉNDEZ

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Desarrollo de una metodología en la recuperación de vapores de gas licuado de petróleo para su uso en la planta Monteverde, previo a la obtención del título en Magíster en Petróleos, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 27 días del mes de noviembre del año 2023

EL AUTOR

Fabricio Andrés Suárez Méndez



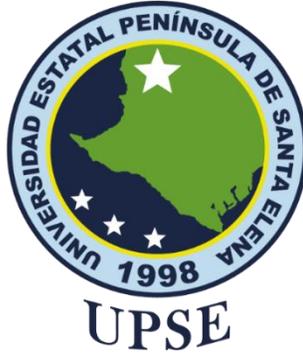
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (Titulo del trabajo), presentado por el estudiante, FABRICIO ANDRÉS SUÁREZ MÉNDEZ fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA EN LA RECUPERACIÓN DE VAPORES DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU USO EN LA PLANTA DE MONTEVERDE		<p>5% Textos sospechosos</p> <p>5% Similitudes 0% similitudes entre comillas < 1% Idioma no reconocido 0% Textos potencialmente generados por la IA</p>
Nombre del documento: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA EN LA RECUPERACIÓN DE VAPORES DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU USO EN LA PLANTA DE MONTEVERDE.docx ID del documento: ec6016ad1c88f64b368a563111ef927182c033df Tamaño del documento original: 88,48 kB	Depositante: MARLELIS DEL VALLE GUTIERREZ HINESTROZA Fecha de depósito: 27/11/2023 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 27/11/2023	Número de palabras: 11.911 Número de caracteres: 74.232

TUTOR

Ing. Marllelis Del Valle Gutiérrez Hinestroza, PhD.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, FABRICIO ANDRÉS SUÁREZ MÉNDEZ

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 27 días del mes de noviembre del año 2023

EL AUTOR

Fabricio Andrés Suárez Méndez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, la salud y la fuerza para poder desarrollar este proyecto, pese a las dificultades que se hayan presentado, mi encomendación a Él siempre ha dado respuesta y esta no es la excepción.

A mi Padre y Madre porque siempre me tienen en sus oraciones, y no hay mayor gratitud hacia ellos que me impulsan a ser mejor persona.

A mis suegros y cuñada gracias por cuidar de mis hijos, a pesar del poco tiempo que les dedicaba, ellos supieron llenar ese tiempo mientras cumplía con mis trabajos y estudios.

A mi esposa Jenny e hijos David y Abigail, mi familia, cada día verlos crecer me dan la energía que muchas veces necesito para no rendirme y sentir ese calor de hogar.

A mis docentes y compañeros, que durante este periodo académico me permitieron aprender más de la profesión y también por el tiempo dedicado a compartir con cada uno de ellos.

Fabricio A. Suárez Méndez

DEDICATORIA

A Dios porque me guía por el camino del bien, y quien me da lo necesario para sobresalir de las adversidades pudiendo terminar este ciclo de estudios.

A mis padres por sus consejos y sus oraciones que nunca faltaron en cada momento o reunión que tenía y más cuando lo requería.

A mi esposa e hijos, sin ellos no podría culminar esta etapa de mi vida.

A todos quienes de una manera u otra me ayudaron cada día a lograr este objetivo personal, les estaré siempre agradecido.

Fabricio A. Suárez Méndez

ÍNDICE GENERAL

Contenido

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
Contenido	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	9
1.1 El Gas Licuado de Petróleo.....	9
1.1.1 Propano	9
1.1.2 Butano	9
1.1.3 ¿Qué es el GLP?	10
1.1.4 ¿Como se obtiene el GLP?.....	11

1.1.5	Propiedades del GLP.....	12
1.1.6	Usos del GLP.....	12
1.1.7	Ventajas del GLP.....	13
1.2	Procesos para la recuperación de GLP.....	13
1.2.1	Proceso de Fraccionamiento.....	13
1.2.2	Proceso de absorción y rectificación.....	15
1.2.3	Proceso Criogénico.....	16
1.2.4	Otros métodos.....	18
1.3	Otros gases.....	22
1.3.1	Metano.....	22
1.4	Diferencias entre Gas Natural y GLP.....	23
1.5	GLP, Matriz energética del Ecuador.....	24
1.6	Proyecto Monteverde – Chorrillo.....	25
1.7	Terminal Gasero Monteverde.....	25
1.7.1	Descripción Geográfica del Terminal Gasero Monteverde.....	25
1.7.2	Muelle y plataforma.....	27
1.7.3	Tuberías y líneas de propano, butano y glp.....	28
1.7.4	Calentadores o Intercambiadores de calor.....	30
1.7.5	Bombas booster centrifugas elevadoras de presión.....	32

1.7.6	Parque de bombas (bombas centrifugas de procesos de propano y butano)	33
1.7.7	Bombas GLP	34
1.7.8	Tanques Criogénicos.....	35
1.7.9	Esferas de GLP	36
1.7.10	Sistema de mezcla y medición.....	37
1.7.11	Grupo de frío	38
1.7.12	Gasoducto.....	40
1.7.13	Tea, Flare o Antorcha.....	41
1.7.14	Sistema Contra Incendio	42
1.8	Operaciones en Planta Monteverde	43
1.8.1	Importaciones	43
1.8.2	Transferencias en Línea	46
1.8.3	Transferencias desde esferas	47
1.8.4	Llenado de esferas	47
1.8.5	Cuarto de Control y sistema HMI.....	48
1.8.6	Venteo y quema de vapores de GLP.....	48
1.8.7	Recuperación de vapores.....	50
1.8.8	Re licuefacción en grupo de frio.....	51
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....		52

2.1	Metodología para recuperación de vapores de GLP.....	52
2.1.1	Para Sistema de presurización de esferas.....	53
2.1.2	Para Sistema de Generación eléctrica por GLP.....	53
2.1.3	Para Sistema de Calefacción por GLP.....	55
2.1.4	Para Sistema de uso de gas doméstico.....	56
2.2	Diseño y alcance de la investigación.....	60
2.3	Tipo y métodos de investigación.....	60
2.4	Población y muestra.....	61
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
2.6	Procesamiento de la evaluación.....	61
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		63
3.1	Resultados.....	63
3.1.1	Problema de sobrepresiones en recepción de producto importado.....	63
3.1.2	Pérdidas de producto en fiscalización.....	64
3.1.3	Volúmenes a bordo y en tierra en fiscalización.....	65
3.1.4	Comparación de volúmenes a bordo y tierra.....	66
3.1.5	Recuperación de vapores para sistema de tendido de líneas.....	67
3.1.6	Implementación de metodología para tendido de líneas de red.....	67
3.1.7	Seguridad en almacenamiento, manejo y transporte de GLP.....	75
3.1.8	Análisis de resultados.....	76

3.1.9 Mapa de la ubicación de tendido de líneas para implementación del
proyecto. 78

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	10
Tabla 2.....	24
Tabla 3.....	64
Tabla 4.....	66
Tabla 5.....	68
Tabla 6.....	70
Tabla 7.....	73
Tabla 8.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	9
Figura 2.	10
Figura 3.	11
Figura 4.	19
Figura 5.	20
Figura 6.	22
Figura 7.	23
Figura 8.	25
Figura 9.	26
Figura 10.	27
Figura 11.	28
Figura 12.	29
Figura 13.	30
Figura 14.	31
Figura 15.	32
Figura 16.	33
Figura 17.	34
Figura 18.	35
Figura 19.	36
Figura 20.	37
Figura 21.	38

Figura 22.	40
Figura 23.	41
Figura 24.	42
Figura 25.	43
Figura 26.	45
Figura 27.	46
Figura 28.	47
Figura 29.	48
Figura 30.	49
Figura 31.	50
Figura 32.	51
Figura 33.	52
Figura 34.	54
Figura 35.	56
Figura 36.	69
Figura 37.	71
Figura 38.	75
Figura 39.	78

RESUMEN

La recuperación de vapores de gas licuado de petróleo (GLP) es un proceso fundamental para maximizar la eficiencia energética y reducir emisiones. Este método implica la captura de vapores liberados durante el almacenamiento principalmente en las importaciones de GLP, así como también en la elaboración y transporte del mismo, evitando la emisión directa a la atmósfera. Estos vapores recuperados se destinan principalmente al uso doméstico, como cocinas y calefacción de agua. Al aprovechar estos vapores para aplicaciones cotidianas, se optimiza el consumo de energía y se contribuye a la sostenibilidad ambiental. El desarrollo de una metodología para la recuperación de vapores de GLP en la Planta Monteverde, no solo beneficia al medio ambiente al reducir la huella de carbono, sino que también proporciona una fuente de energía limpia y accesible para mejorar la calidad de vida de las comunidades, además de poder disminuir pérdidas en la quema de vapores puesto que estos pueden ser usados para otros fines como energía alterna.

Palabras claves: Gas Licuado de Petróleo, Monteverde, pérdidas de vapores.

ABSTRACT

The recovery of liquefied petroleum gas (LPG) vapors is a fundamental process to maximize energy efficiency and reduce emissions. This method involves capturing vapors released during storage, primarily during LPG imports, as well as in its production and transportation, preventing direct emission into the atmosphere. These recovered vapors are primarily allocated for domestic use, such as in kitchens and water heating. By harnessing these vapors for everyday applications, energy consumption is optimized, contributing to environmental sustainability. The development of a methodology for LPG vapor recovery at the Monteverde Plant not only benefits the environment by reducing the carbon footprint but also provides a clean and accessible energy source to enhance the quality of life in communities. Additionally, it has the potential to decrease losses from vapor burning, as these vapors can be used for other purposes as an alternative energy source.

Keywords: Liquefied Petroleum Gas, Monteverde, vapor losses.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Secretaría de Energía define que el gas natural es un hidrocarburo que puede encontrarse en yacimientos, solo o también en petróleo, el cual se lo conoce como gas libre en primera instancia y luego como gas asociado, en los actuales momentos el gas natural ha logrado posicionarse en uno de los primeros lugares donde el uso más común es en la aplicación doméstica, comercial, industrial y generación termoeléctrica, más aún cuando el consumo de energía ha aumentado 5% en la última década según el Balance Energético Nacional del 2022 (Fontalvo Díaz et al., 2022)

De manera que, el gas natural, según para ser consumido, este debe pasar por un proceso de deshidratación, donde además se elimina el contenido de agua presente con los hidrocarburos gaseosos, el cual se lo hace en dos etapas donde se utiliza el trietilen glicol y tamices moleculares en la segunda etapa, teniendo como resultado un gas seco, libre de agua para prevenir la formación de hidratos en el proceso de recuperación de gas licuado GLP (Baissac & Heffner, 2018)

Según La Agencia Internacional de Energía, manifiesta que el gas licuado se obtiene en un 60% por separación del gas natural y en un 40% de la destilación de petróleo crudo en las refinerías (A-Gas, 2018), por ende, es un tipo de combustible gaseoso derivado del petróleo crudo y es utilizado en una gran variedad de aplicaciones domésticas, industriales y de transporte.

El GLP inicia la historia desde el principio del siglo XX, la gasolina que se producía en aquellos tiempos se evaporaba de manera rápida mientras era almacenada, convirtiéndose en un problema, en el año de 1911 el químico norteamericano Snelling Walter indicó que la

evaporación se debía al propano y al butano presentes en combustible, quien desarrolló un método para separar estos gases. (Pacheco & Gómez, 2022)

En Francia, a mediados de los años 30, una industria introdujo el GLP, en Italia se construyó una planta de embotellado en 1938 cerca de Venecia, pero se estancó debido a la II Guerra Mundial, a inicios de los años 50 las industrias producían cilindros de GLP solo para las casas bajo licencia, de ahí tuvo acogida; en los años 60 se construyeron muchas refinerías y el gasóleo desplazó al carbón como combustible industrial, en Europa las ventas de GLP subieron de 300.000 toneladas en 1950 a 3 millones de toneladas en 1960 mientras que en el año de 1970 subió a 11 millones de toneladas. (Gasnova. Rafael, 2020)

Actualmente el GLP se utiliza considerablemente en todo el mundo, la cantidad asciende cerca de 3 millones de personas en los cinco continentes el cual produce de 317 millones de toneladas por año el cual da un consumo total de 313 millones.

En América Latina antes de los años 70 la distribución internacional era regional, cada país tenía sus propios precios, transporte, distribuidores y compradores, el comercio regional inició en los años 50 en el Golfo de Estados Unidos y Sudamérica. No obstante, en el año de 1973 la crisis del petróleo marcó una inflexión, donde muchos países vieron que la exportación de GLP podía generar beneficios económicos muy importantes y empezaron a construir las plantas, además por los años de 1975 en el Oriente Medio la expansión de capacidad de producir fue alta. (OLADE, 2021)

En el año 2017 el consumo de mercado de GLP en toneladas lidera los países de Brasil y Argentina, seguido por los países de Perú y Chile, sin embargo, si se considera solo el GLP

envasado, el consumo sigue liderando Brasil seguido de Perú, Ecuador y Chile (García Bernal, 2022)

Ecuador está ubicado en el puesto 22 de los países que más queman gas (Orozco, 2022), (de mechero, natural y asociado) a escala global. Según el Banco Mundial (2022) Ecuador podría tener ingresos de más de 142 millones anuales si captura y aprovecha el gas que se quema en los mecheros, por lo tanto, es necesario la recuperación y aprovechamiento de los vapores que se queman en el Terminal Monteverde.

Es una fuente de energía desperdiciada, sin embargo, este elemento puede llegar a utilizarse como energía alterna, el cual permitiría un ahorro monetario donde, además, puede ayudar en otras áreas como la falta de energía eléctrica, el uso de cilindros de gas doméstico en el comedor, entre otras funciones.

Teniendo en cuenta, la relación por costo de tonelada de GLP es un ahorro que permite disminuir pérdidas económicas para la empresa, más aún en las importaciones en donde las diferencias por pérdida son más considerables llegando a tener cerca o más de 100 Toneladas Métricas por producto que se quema en cada descarga de buque.

Además de reducir la contaminación debido a la quema de vapores, esto podría afectar a las aves que se encuentran en la cercanía de las piscinas de sal, ya que éste es considerado un punto estratégico para el avistamiento de aves migratorias.

En efecto, es razonable pensar que no hay mayor contaminación debido que el GLP está considerado como energía limpia (GASNOVA, 2021), pero, el humo negro que produce al quemarlo llega a una distancia considerable y como resultado esto implica que la combustión no es tan pura.

Planteamiento de la investigación

La Planta Monteverde inicio su operatividad en el 2014, y la función principal es de almacenar la materia prima (propano y butano) para luego elaborar el Gas Licuado de Petróleo y así poder abastecer a la parte sur del país. (Redroban, 2021)

No cabe duda que en cada proceso de almacenamiento, elaboración y transporte de los gases antes mencionados, existe emanación de vapores que son enviados a través del flare a quemar y posterior enviar al ambiente, pero, también es posible la recuperación de dichos vapores los cuales al igual que cualquier hidrocarburo sirve para otros fines que permitirían una mejor eficiencia al no desperdiciar el producto y a la vez un ahorro en la economía cambiando la generación de otras energías por la de gas.

Desde el inicio de operatividad de la planta ha sido notoria la quema de vapores para el alivio de los tanques cuando están presurizados en cada proceso de movimiento de producto, y es en las importaciones, en donde se ha registrado la mayor pérdida de producto que es enviado al flare. Hay que tener en cuenta que el grupo de frio se encarga de receptor los vapores de GLP, para ser nuevamente relicuados, enfriados y almacenados; pero otra cantidad considerable es simplemente enviada al ambiente.

El proyecto en mención está destinado a la recuperación de los vapores de Gas Licuado de Petróleo de la Planta Monteverde que no pueden ser recuperados por el Grupo de Frio y que podrían ser utilizados en otros procesos como generación eléctrica, calentadores, calefones, combustible vehicular, cocinas, etc.

La industria petrolera ha sido por tantos años la principal fuente de economía y desarrollo a nivel mundial, de igual manera el impacto en la sociedad, en la economía y sobre el Medio

Ambiente, se han visto perjudicados por estas actividades que tienen relación con los hidrocarburos y sus derivados.

La utilización del Gas licuado de Petróleo en el Ecuador empezó en 1955 (Lideres, n.d.), con las importaciones de GLP provenientes de EEUU, Perú, Colombia, a través de buques tanqueros, para luego ser almacenados en tierra, envasado en cilindros y comercializado a través de los mismos.

La demanda de gas licuado de petróleo ha ido aumentando considerablemente y en la actualidad maneja cifras muy importantes (3000 toneladas métricas diarias); y para satisfacer este requerimiento, se construyó el Sistema de GLP Monteverde – Chorrillo, permitiendo al Ecuador ahorrar millones de dólares anuales, reemplazando al almacenamiento flotante el cual por muchas décadas se mantuvo a través de buques tanqueros que almacenaban el GLP en las costas del Golfo de Guayaquil. (Solano De la Torre, 2018).

Estos vapores podrían ser aprovechados para la elaboración de otros hidrocarburos que son indispensables en la vida cotidiana como es el Gas Licuado de Petróleo utilizado para un sin fin de procesos industriales, domésticos, marítimos, agricultura, etc. (G. L., 2014).

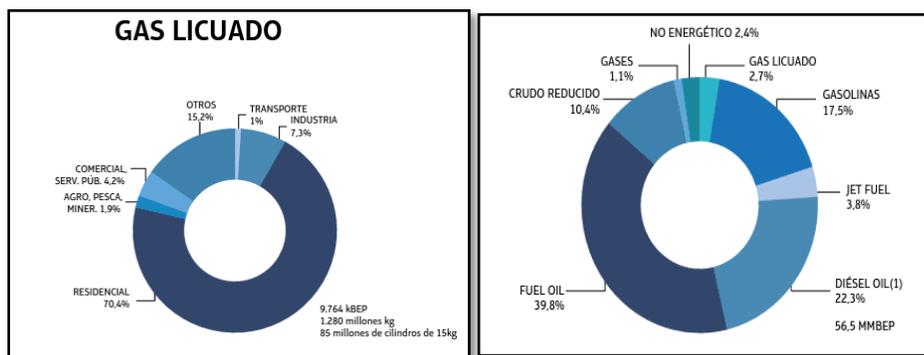
El gas licuado de petróleo consiste básicamente en propano y butano. Ambos se pueden obtener del gas natural mediante procesos que logren su condensación seguidos de destilación. Otra manera es mediante procesos de cracking llevados a cabo en refinerías. A presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y 20°C), el gas licuado de petróleo se encuentra en estado gaseoso. Para obtener líquido a presión atmosférica, la temperatura del butano debe ser inferior a -0,5°C y la del propano a -42,2°C. (Arias, 2006).

(Tapia, 2018), indica que el complejo de gas de Monteverde opera al 38% de su capacidad, además existen pérdidas de volumen de Gas Propano, Butano y GLP en importaciones y transferencias desde Terminal Gasero Monteverde hacia Estación Monteverde y Terminal Gasero Chorrillos, y al momento de cuantificar las cantidades en movimientos de producto es imposible verificar cuanto gas se quema por el flare, siendo éste un sistema seguro de alivios para eliminar gases residuales (Bussman y Baukal, 2012).

La función principal de los mecheros es de aliviar sobrepresiones en las operatividades manteniendo la presión mayor a la de ambiente para evitar una mezcla inflamable y quemar para evitar contaminaciones (Jeff et al., 2013), es necesario evitar el desperdicio de este producto porque conlleva considerables pérdidas económicas y hay que buscar solución para minimizarla (Farina, 2010).

Siendo éste un producto importado en más del 84.8% y que en el país solo se produce cerca del 20% según datos estadísticos del Balance Energético Nacional 2021, (Vera Grunauer, 2021), y que forma parte esencial del consumo en la sociedad (10,6% como demanda de energía por fuente)

En la actualidad va aumentando su demanda (70,4% según datos de consumo de energía por sector residencial)



Tomando en cuenta que la producción nacional es escasa (2,7% para gas licuado y 1,1% para otros gases).

Teniendo la posibilidad de aprovechar este producto, sacar máximo provecho de los excedentes ya que las emisiones al ambiente también incrementaron notablemente durante los últimos años (11,5% en sector industrial y 8,9% sector residencial como gas doméstico). (Villamizar, 2019)

Para (Delgado Romero, 2018) existen diferentes alternativas para reducir la quema y venteo de gases y vapores, y ser utilizado en diferentes procesos como reinyección en sistema de presión de tanques o esferas, generación eléctrica, combustible automotriz, calderas, distribución de gas por tendido de líneas en urbanizaciones, etc.

Como otras alternativas está el rediseño de los procesos de recuperación y relicuefacción de gases en tanques, construcción de equipo para la recolección de vapores y gases (Vargas Manrique & Yepes Guzmán, 2020), permitiendo su almacenamiento y condensación para ser nuevamente almacenados en los tanques y esferas existentes, otra manera de aprovechar y favorecer a la comunidad es transportar el gas por tendido de líneas para la distribución de gas doméstico hacia las instalaciones de campamento del terminal Monteverde incluso hacia la comuna (Morales, 2022).

Formulación del problema de investigación

¿Se podrá recuperar los vapores de gas licuado de petróleo por medio de alguna nueva metodología, para reducir pérdidas económicas, minimizar impacto ambiental, pero sobre todo ser aprovechado para usos alternos en las instalaciones de la planta Monteverde?

Objetivo General

Desarrollar una metodología de recuperación de los vapores de gas licuado de petróleo emitidos en los diferentes procesos realizados en Planta Monteverde.

Objetivos específicos

1. Caracterizar las áreas en la Planta de almacenamiento de GLP para el aprovechamiento de los vapores que serán recuperados.
2. Analizar los escenarios que conlleven a la recuperación de vapores de GLP en la planta Monteverde mediante el resultado de las inspecciones in situ y las normativas vigentes.
3. Proponer una metodología que permita recuperar los vapores de gas licuado de petróleo que son enviados al ambiente.

Planteamiento hipotético

Se puede implementar metodologías que permitan recuperar los vapores de Gas licuado de petróleo para minimizar o reducir la quema de gas.

Se puede sacar provecho de los vapores recuperados para generación de energía alterna dentro de las instalaciones de la Planta de Almacenamiento de gas de Monteverde.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

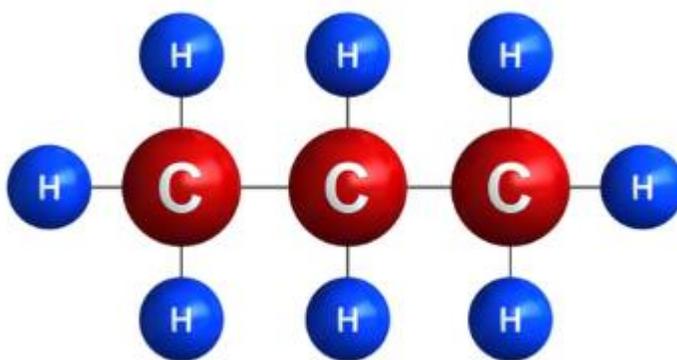
1.1 El Gas Licuado de Petróleo

1.1.1 Propano

El propano es un gas licuado que comparte muchas similitudes con el butano. Es un gas incoloro, no tóxico y prácticamente sin olor, aunque comúnmente se le agrega un aroma para facilitar la detección en caso de una fuga. Sus características principales incluyen su alta capacidad calorífica, facilidad de almacenamiento y transporte, su limpieza, su capacidad de convertirse en gas en temperaturas frías y su rentabilidad en comparación con otras fuentes de energía convencionales como la electricidad o el gasóleo.

Figura 1.

Composición de Propano C₃H₈



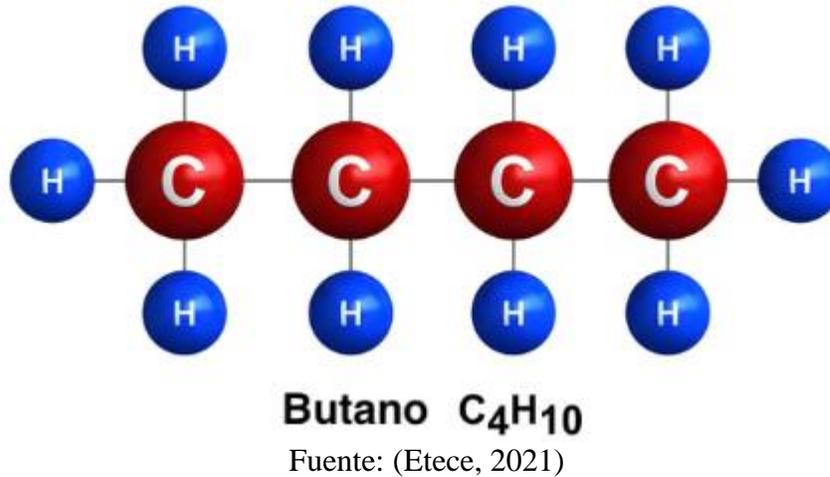
Propano C₃H₈

Fuente: (Etece, 2021)

1.1.2 Butano

El butano es un hidrocarburo compuesto por átomos de carbono e hidrógeno, que se emplea en aplicaciones domésticas como cocinas, calentadores y estufas, y en hogares donde no se dispone de gas natural para proporcionar agua caliente. También es una opción como combustible para vehículos, aunque su uso requeriría una mezcla con propano.

Figura 2.
Composición de Butano C₄H₁₀



1.1.3 ¿Qué es el GLP?

Tabla 1.
Proporciones del GLP Doméstico

ELEMENTO	PROPORCIONES EN VOLUMEN	
	PROPANO COMERCIAL	BUTANO COMERCIAL
GAS DOMÉSTICO	70%	30%

Fuente: Información de proporción estandarizada en Planta Monteverde, 2023

La tabla 1 indica la proporción estandarizada de cada producto para elaboración del GLP comercial, aunque no existe un límite de proporciones para dicho producto. (Sopeña, 2001)

Se define que es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos que son: el propano y butano y otros componentes en menor proporción, es incoloro e inodoro se lo obtiene de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción, suele almacenarse en contenedores de acero o aluminio, es energía limpia y amigable con el medio ambiente; combustible verde, versátil, moderno

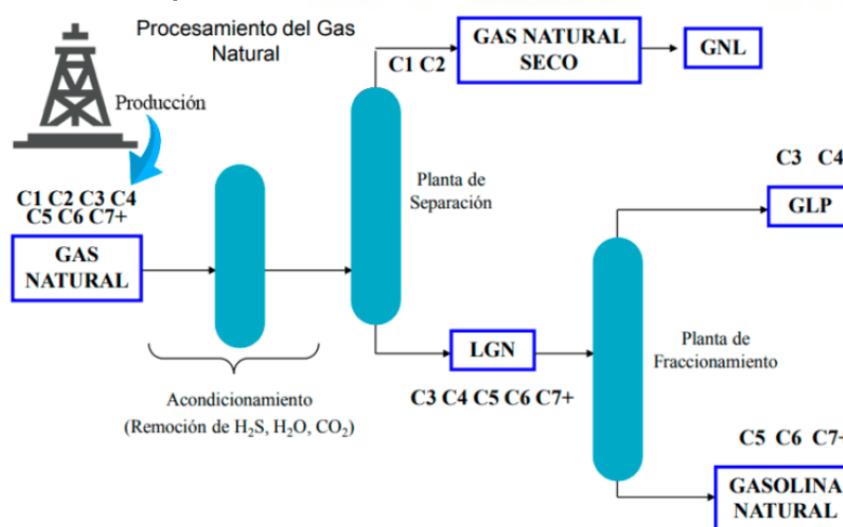
que se puede utilizar de maneras múltiples con potencial para ampliar la canasta energética del país. (Ayabaca & Venegas, 2018)

Es un gas combustible versátil y eficiente que se usa en una amplia variedad de aplicaciones. Su facilidad de almacenamiento y transporte, así como también el menor impacto ambiental en comparación con otros combustibles fósiles, lo hacen muy conocido en otras partes. Sin embargo, para su manejo esto se debe llevar con mucha precaución debido a su inflamabilidad el cual también es muy importante cumplir con las regulaciones locales para poder garantizar su uso seguro.

1.1.4 ¿Como se obtiene el GLP?

Para este tipo de sustancia se obtiene de manera directa de los mantos petrolíferos mezclado con el petróleo crudo, además también se obtiene de la refinación de algunos derivados del petróleo. La obtención es a través de refinerías de gasolina y de plantas de proceso de gas natural, Figura 3, las cuales aportan aproximadamente en un 25% y 75% respectivamente. (Gasnova. Rafael, 2020)

Figura 3.
Obtención de GLP, LNG y Gasolina Natural



Fuente: (Ph.D. Yolanda, 2022)

En lo que respecta a refinería, el petróleo se somete a una operación denominada destilación, mediante el cual se va separando de manera ordenada, acorde con las densidades y puntos de ebullición, los diversos componentes: gasolinas ligeras, keroseno, butano, propano y otros.

1.1.5 Propiedades del GLP

(Salazar, 2014) considera entre las propiedades más significativas las siguientes:

- No es tóxico, ni corrosivos, solo se desplaza el oxígeno, por lo que no es propio para respirarlo mucho tiempo.
- No contiene plomo ni ningún aditivo añadido.
- No contiene azufre en su composición.
- El GLP es un combustible económico, por su rendimiento en comparación con otros combustibles.
- Es excesivamente frío (presión de 6 bares frío, y llega hasta 12 bares a temperatura ambiente), debido que cuando se ha licuado se somete a muy bajas temperaturas de bajo 0°C, por lo tanto, el contacto con la piel produce quemaduras de la misma manera que hace el fuego.

1.1.6 Usos del GLP

Entre los usos más comunes de acuerdo con el autor están los siguientes: (Calderón & Calderón, 2018)

- Cocina: el GLP se utiliza en estufas y hornos en hogares y restaurantes.
- Calefacción: Se emplea en sistemas de calefacción residencial e industrial
- Agua Caliente: se utiliza en calentadores de agua.
- Vehículos: En algunos automóviles y vehículos comerciales pueden funcionar con GLP como combustible alternativo.
- Industria: En proceso industriales que requieren calor, como la fabricación de vidrio, cerámica y metal.

- Generación de energía: En áreas sin accesos a la red eléctrica, el GLP se utiliza para la generación de electricidad.

1.1.7 Ventajas del GLP

De acuerdo con el GLP presenta varias ventajas. (Cuasquer et al., 2022)

- Almacenamiento eficiente: debido a que encuentra en estado líquido a presión, el GLP se almacena y transporta de manera conveniente en contenedores
- Versatilidad: Puede utilizarse en una variedad de aplicaciones y es fácil de distribuir a lugares sin acceso a gas natural
- Menor emisión de contaminación: En comparación con algunos otros combustibles fósiles, el GLP tiende a producir menos emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes cuando se quema de manera eficiente.

1.2 Procesos para la recuperación de GLP

Industrialmente para la recuperación del GLP se usan los siguientes procesos:

(Miranda, 2009)

- Proceso de fraccionamiento
- Proceso de absorción y rectificación
- Proceso Criogénico

1.2.1 Proceso de Fraccionamiento

Según manifiestan este proceso consiste en varias etapas de separación que se logran por medio de la destilación, donde se separa el propano-butano (GLP), por la parte superior y el pentano-hexano, componentes de la gasolina natural, por la parte inferior. (Cortéz et al., 2020)

El proceso de fraccionamiento del GLP implica la separación de los componentes principales, propano y butano, a partir del petróleo crudo o del gas natural, cuyo proceso se realiza en refinerías y en plantas de procesamiento de gas. De acuerdo con (González & Santamaría, 2018) entre las cuales se nombra las siguientes:

- Destilación atmosférica: Es lo primero que se realiza la destilación atmosférica del petróleo crudo en la refinería, donde el crudo se calienta y se pone en una torre de destilación, a medida que el crudo se calienta y vaporiza, los componentes se separan por sus dos puntos de ebullición.
- Destilación al vacío: En ciertas refinerías se efectúa una destilación al vacío para de esta manera separar eficazmente los componentes ligeros, como el GLP, de los componentes más pesados del petróleo crudo, esto se lo realiza bajo condiciones de presión reducida para evitar el craqueo y la degradación de los componentes ligeros.
- Separación de componentes: Este consiste en que el vapor que se obtiene de la destilación se enfría en un condensador y se separa en los componentes deseados, en este proceso los componentes principales son propano (C₃H₈) y butano (C₄H₁₀).
- Ajuste de composición (opcional): En ciertos casos, se puede realizar ajuste en la composición del GLP para cumplir con especificaciones puntuales o para adaptarse a las necesidades del mercado, mezclando el propano y butano en proporciones específicas.
- Almacenamiento y distribución: Una vez separado y ajustado, el GLP se almacena en tanques a presión para mantenerlos en estado líquido, luego de eso la distribución se da por camiones, cisternas o envasado en cilindros para su transporte y el uso residenciales, industriales y de transporte.

- Seguridad y control de calidad: Durante el proceso, se debe seguir normas de seguridad para evitar fugas o accidentes ya que el GLP es muy inflamable.

1.2.2 Proceso de absorción y rectificación

Este proceso consiste en la separación que se lleva a cabo en columnas de burbujeo en las que circula a contra la corriente el absorbente se usa gas oíl o kerosene como absorbente, donde el aceite absorbente, rico en hidrocarburos livianos, es separado en la columna rectificadora por la parte superior, propano-butano GLP y por la parte inferior pentano-hexano componentes de la gasolina natural. (de la Iglesia Ceballos, 2018)

Esta técnica para separar y purificar los componentes propano y butano, para obtener productos más puros en columnas de absorción y rectificación. Se describe a continuación los pasos básicos de este proceso: (Pérez et al., 2018)

- Absorción: En la parte inferior se introduce el GLP crudo, que contiene la mezcla de propano y butano, junto con otros componentes, para la separación se usa un solvente selectivo que es capaz de absorber el butano mientras deja pasar el propano.
- Contacto con el solvente: El GLP crudo se eleva a la parte superior y se introduce en la columna de absorción, a medida que el GLP fluye hacia abajo a través de la columna, entra en contacto con el solvente, que tiene una afinidad mayor por el butano que por el propano, como resultado el butano se absorbe en el solvente mientras el propano continúa ascendiendo hacia la parte superior de la columna.
- Desorción y rectificación: En la parte superior de la columna se calienta el solvente cargado con butano, lo que provoca la liberación del butano, el butano vaporizado se separa del solvente y se envía a la columna de rectificación. Esta columna se utiliza para purificar aún más el butano y separarlo del propano.

- Rectificación: La columna de rectificación opera a diferentes temperaturas y presiones en distintas etapas, esto crea una serie de bandejas o platos a lo largo de la columna, cada uno de los cuales tiene una temperatura específica, el butano entra en la parte inferior de la columna y se calienta gradualmente a medida que sube. A medida que el vapor asciende se condensa en las bandejas más frías y el butano se recoge en la parte superior.
- Recolección del producto puro: El butano puro, separado y purificado en la columna de rectificación, se recoge en la parte superior de la torre de rectificación y se retira para su almacenamiento o distribución.

Para poder realizar todo este proceso es de gran importancia mencionar que la eficacia depende en medida de las condiciones de operación, la calidad del solvente y el diseño de la columna de absorción y de rectificación, que, además, el propano que se separa en el proceso de absorción puede ser recolectado como un subproducto.

1.2.3 Proceso Criogénico

También conocido como proceso Turbo Expander (Carreón et al., 2019), es el más utilizado debido a su eficiencia en la mayoría de las plantas de procesamiento de gas, para el control del punto de rocío y recuperación del etano, propano-butano (GLP), e hidrocarburos más pesados como el pentano-hexano componentes de la gasolina natural, debido a las características del Expander (Expansor), de producir trabajo utilizable además de enfriamiento a muy bajas temperaturas de -73°C .

Esta técnica utilizada para separar y purificar propano y butano de manera eficaz mediante la refrigeración a temperaturas muy bajas, se aplica este proceso para obtener especialmente

productos de alta pureza en aplicaciones industriales y comerciales. A continuación, se detalla los procesos básicos de criogénico del GLP: (Murillo Camacho, 2016)

- **Comprensión y eliminación de impurezas:** El GLP crudo se somete a una comprensión inicial para aumentar su presión. Se eliminan las impurezas y los contaminantes, como agua y otros hidrocarburos no deseados, que podrían interferir con el proceso criogénico.
- **Enfriamiento inicial:** El GLP presurizado se enfría inicialmente en un intercambiador de calor mediante el uso de un refrigerante criogénico, generalmente nitrógeno líquido (LN₂) o metano (LGN), que se encuentra a temperaturas extremadamente bajas, este enfriamiento inicial hace que el GLP crudo condense parcialmente.
- **Separación de componentes:** El GLP parcialmente condensado se introduce en una torre de separación criogénica. Dentro de la torre, se somete a una serie de etapas de enfriamiento y de separación, cada una de las cuales utiliza refrigerantes criogénicos a temperatura cada vez más bajas. El propano que tiene un punto de ebullición más bajo que el butano, se separa primero y se recolecta en la parte superior de la torre, el butano que tiene un punto de ebullición más alto se separa posteriormente y se recolecta en la parte inferior de la torre.
- **Refrigeración final:** El propano y el butano separados se enfrían aún más en unidades de intercambio de calor, utilizando refrigerantes criogénicos, para asegurarse de que estén en estado líquido a temperaturas extremadamente bajas.
- **Almacenamiento y distribución:** El propano y el butano puros se almacenan en tanques criogénicos para mantenerlos a temperaturas ultra bajas y en estado líquido, luego se distribuye para su uso en diversas aplicaciones industriales y comerciales.

Definitivamente, este proceso permite obtener propano y butano de alta pureza con un contenido de impurezas extremadamente bajo, lo que es esencial en aplicaciones donde se requiere un GLP de alta calidad, sin embargo, es un proceso que requiere alto consumo de energía debido a las bajas temperaturas involucradas, por lo tanto, es más comúnmente utilizado en aplicaciones industriales donde la pureza es crítica, como la industria química o la producción de gases de proceso de alta pureza.

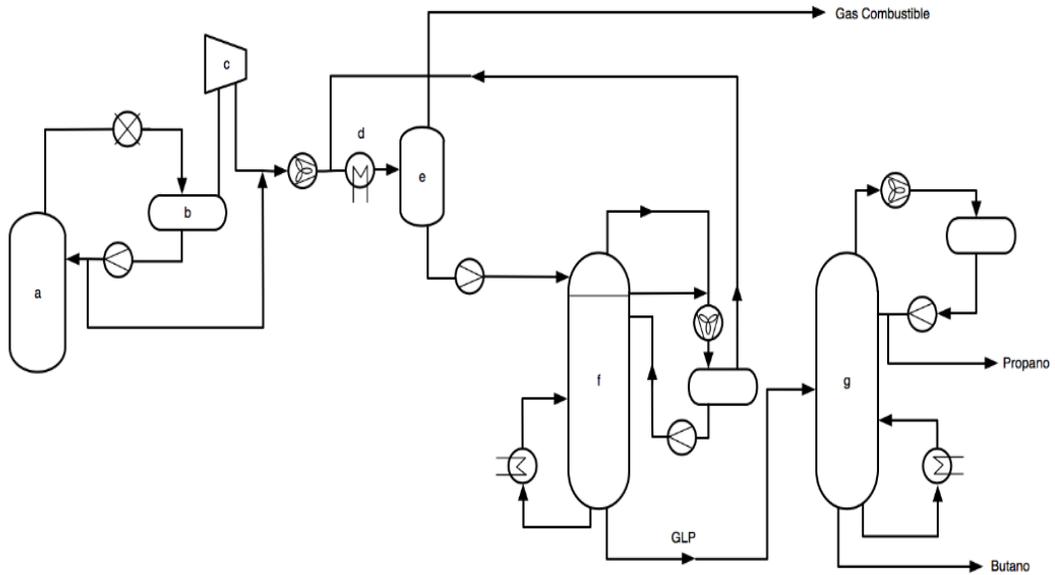
1.2.4 Otros métodos

❖ **Compresión**

El vapor superior del fraccionador (a) se comprime a entre 1.2 y 1.5 MPa (c) y es combinado con el producto líquido de la parte superior como se muestra en la figura. Para la corriente combinada se enfría alrededor de 40° con aire o agua y es dirigida al separador (e), debido a la mayor presión, se obtiene más GLP en la fase líquida del separador que en la fase líquida en el recipiente acumulador de sobrecarga (b) del fraccionador, la fase líquida procedente del separador pasa a través de un desetanizador (f), de la que el producto de vapor se recicla al separador para mejorar la recuperación del GLP. (Córdoba Vásquez & Paredes Campoverde, 2022)

Figura 4.

Separación de GLP por compresión



Fuente: (TextosCientificos.com, 2014)

- A) Fraccionador
- B) Recipiente acumulador
- C) Compresor
- D) Enfriador
- E) Separador
- F) Deetanizador
- G) Depropanizadora

❖ **Procesamientos de GLP por refrigeración**

La recuperación de GLP se puede lograr mediante una variedad de técnicas; la técnica más común que se aplica consiste en refrigerar la corriente de gas para condensar la fracción de GLP, el cual los líquidos recuperados son entonces fraccionados para separar componentes de GLP. (TextosCientificos.com, 2014)

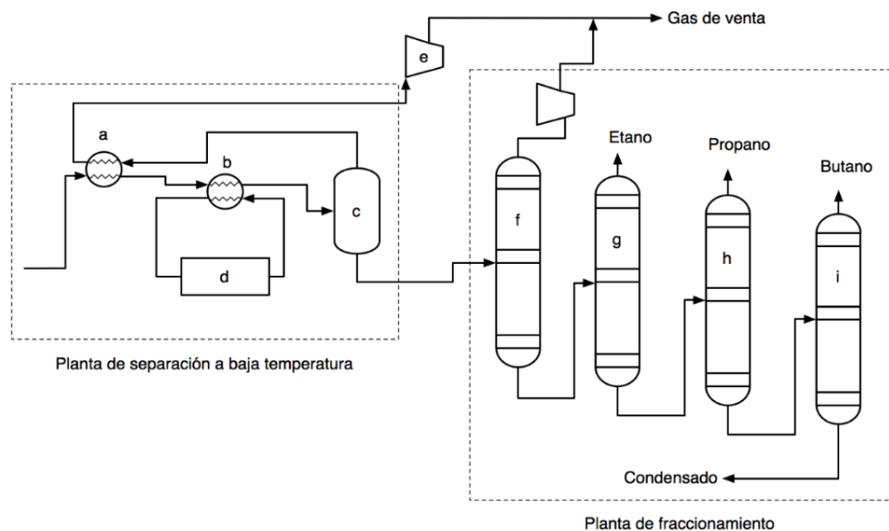
❖ Separación a baja temperatura (LTS)

El enfriamiento de un flujo gaseoso que contiene gas licuado de petróleo (GLP) se puede alcanzar mediante la transferencia de calor de manera indirecta utilizando un flujo de refrigerante externo. En una instalación convencional de procesamiento de gas, comúnmente se utiliza un sistema de refrigeración cerrado basado en un circuito de propano para proporcionar el enfriamiento.

El gas tratado y deshidratado de la planta entra en contacto inicialmente con un flujo de gas GLP pobre y frío proveniente de la planta (a). Posteriormente, el gas pre enfriado se enfría aún más mediante el uso de refrigeración de propano, con el objetivo de condensar la fracción de GLP presente en el gas de alimentación (b). Los líquidos resultantes de esta condensación se recuperan en el separador de alta presión (c) y se dirigen hacia una planta de fraccionamiento posterior. El frío generado por el gas GLP pobre que sale del separador de alta presión se aprovecha para enfriar el gas de alimentación.

Figura 5.

Separación de GLP a baja temperatura



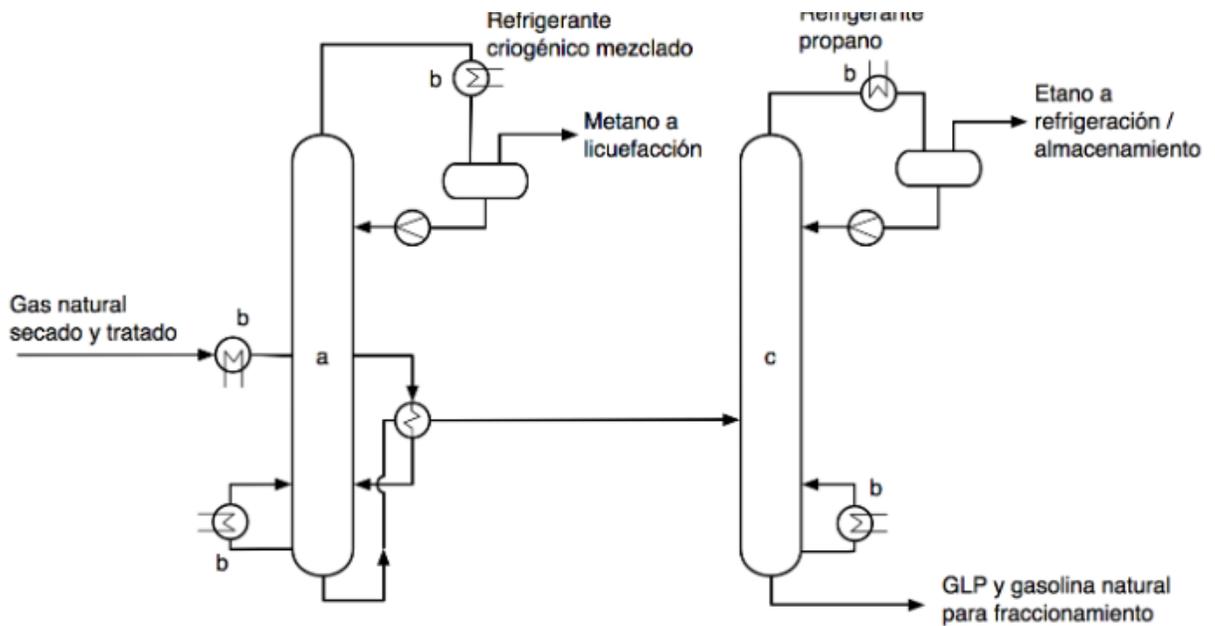
Fuente: (TextosCientificos.com, 2014)

- a) Gas de alimentación - intercambiador de calor de gas;
- b) Gas de alimentación - intercambiador de calor refrigerante;
- c) Separador de HP;
- d) Unidad de refrigeración;
- e) Compresor de gas de venta;
- f) Desmetanizador;
- g) Deetanizador;
- h) Torre Depropanizadora;
- i) Torre Debutanizadora

El Gas de Petróleo Líquido también puede ser recuperado mediante un proceso en una planta de gas natural licuado (GNL), donde el gas natural experimenta una completa licuefacción mediante refrigeración mecánica. En este procedimiento, se utilizan refrigerantes externos como propano y una mezcla de nitrógeno, metano, etano y propano. Durante el proceso de licuefacción, la corriente de gas natural parcialmente condensado se introduce en una columna de destilación (a), donde se lleva a cabo la separación del etano, GLP y gasolina natural, que son componentes más pesados que el gas natural. El gas natural, principalmente metano, sale de la parte superior de la columna de destilación en forma de vapor y luego se licua completamente. La fase líquida que se encuentra en la parte inferior de la columna se dirige a una serie de columnas de fraccionamiento para su separación en etano, GLP (propano y butano individualmente) y productos de gasolina natural. Algunos o todos los productos de etano y propano pueden emplearse como refrigerantes para la planta de GNL, y cualquier exceso se exporta.

Figura 6.

Recuperación de GLP en una planta de GNL



Fuente: (TextosCientificos.com, 2014)

1.3 Otros gases

1.3.1 Metano

El metano es un gas presente principalmente en el gas natural, promueve el efecto invernadero atrapando y manteniendo el calor sobre la superficie terrestre a condiciones adecuadas para la vida, éste permanece en la atmosfera por un periodo de 9 a 15 años, y, que por causas de exceso de producción se ha generado efectos climáticos y sobre todo causando el calentamiento global. (Pérez et al., 2023)

Otros gases en pequeñas proporciones acompañan al GLP lo cual altera las propiedades físicas, aunque no afecta la combustión del producto.

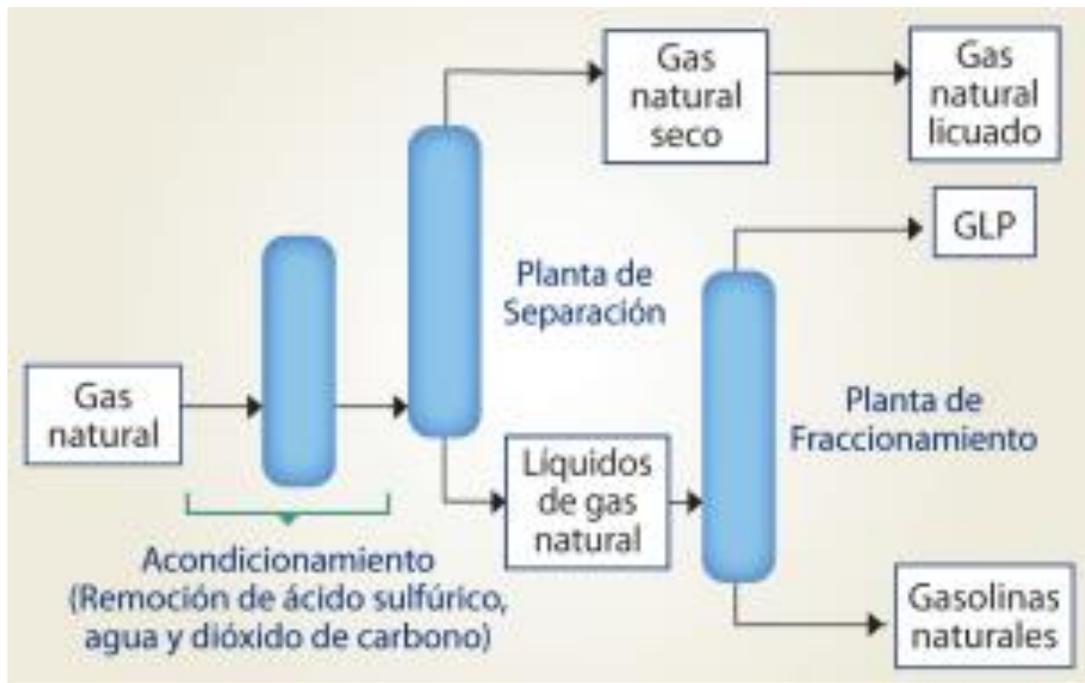
1.4 Diferencias entre Gas Natural y GLP

Existe una notable confusión entre la colectividad cuando se habla de Gas natural y GLP, creyendo que son un mismo producto, y, aunque sirven prácticamente para lo mismo, su diferencia radica en la manera de obtención de cada uno, las características físicas de cada uno, del tipo de almacenamiento y distribución y su comercialización. (ExpansiónMX, 2021)

El Gas natural está compuesto principalmente de Metano es obtenido directamente de la refinación del petróleo, separando la parte líquida de la gaseosa, permitiendo obtener de la parte líquida el gas licuado de petróleo (propano, butano y otros gases), y de la parte gaseosa el gas natural licuado (metano y otros gases).

Figura 7.

Obtención de GNL y GLP desde Gas Natural



Fuente: (OSINERGMIN, 2012)

Tabla 2.*Propiedades físicas del Gas Natural y GLP*

PROPIEDAD	GAS NATURAL	GLP
Composición	90% de metano	60% Propano 40% Butano
Fórmula química	CH ₄	C ₄ H ₁₀ C ₃ H ₈
Gravedad específica	0.60	2.05 1.56
Poder calorífico	9200 Kcal/m ³	22244 Kcal/m ³ 6595 Kcal/lt 11739 Kcal/kilo
Presión de suministro	21 mbar	50 mbar
Estado físico	Gaseoso sin límite de compresión Líquido a -160°C y a presión atmosférica.	Líquido a 20°C con presión manométrica de 2.5 bar
Color/olor	Incoloro/Inodoro	Incoloro/Inodoro

Fuente: (OSINERGMIN, 2012)

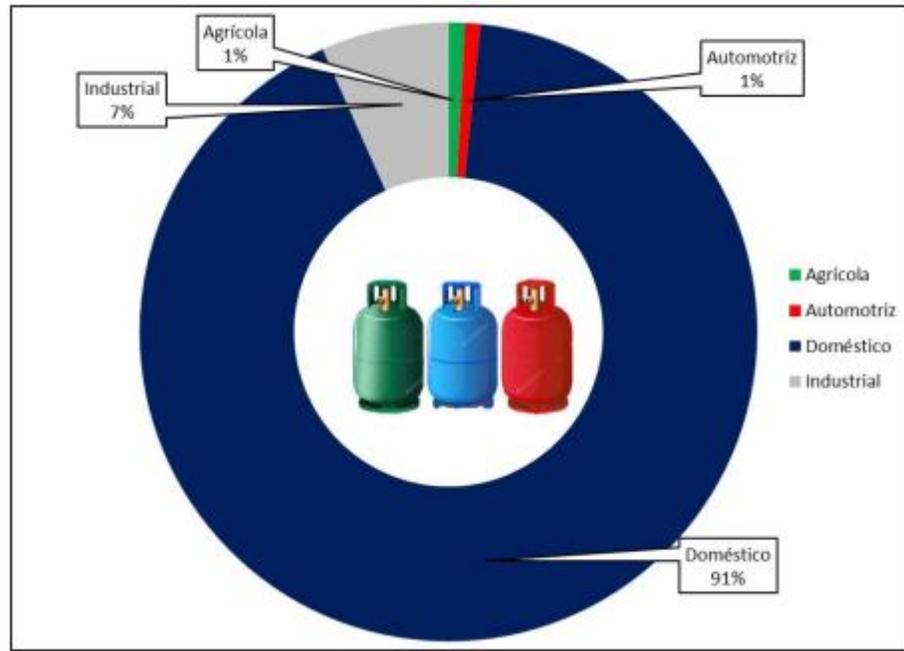
1.5 GLP, Matriz energética del Ecuador

La demanda del Gas Licuado en el Ecuador sigue en aumento, de tal manera que la producción y así mismo el sistema de almacenamiento que anteriormente era por medio de barcasas, ahora es estacionario gracias al proyecto de Almacenamiento y Elaboración de Gas Licuado de Petróleo en Monteverde.

El consumo del GLP en Ecuador va dirigido principalmente hacia el sector doméstico, seguido por el industrial. A esto se suma que la producción nacional es escasa siendo esta procesada en las refinerías de Esmeraldas 49% y Shushufindi 51% abarcando el 60% de consumo, por tal razón la diferencia es importada. (Ana María Sánchez. MBA., 2021), cabe mencionar que la Refinería La Libertad produce una mínima parte que no supera, en valor nominal, las 10 Toneladas Métricas diarias.

Figura 8.

Despacho de GLP en EP Petroecuador por sectores estratégicos 2021



Fuente: (Ana María Sánchez. MBA., 2021)

1.6 Proyecto Monteverde – Chorrillo

Frente al alto costo del pago por el almacenamiento flotante de barcos que traían el GLP importado, se vio la necesidad de crear un mega proyecto en la provincia de Santa Elena, que permitió al Ecuador un ahorro considerable, permitiendo así la creación del Terminal Gasero Monteverde cuyo propósito es la de abastecer la parte sur del país por medio de tanqueros y un gasoducto dirigido hacia el terminal Chorrillos en la provincia del Guayas.

1.7 Terminal Gasero Monteverde

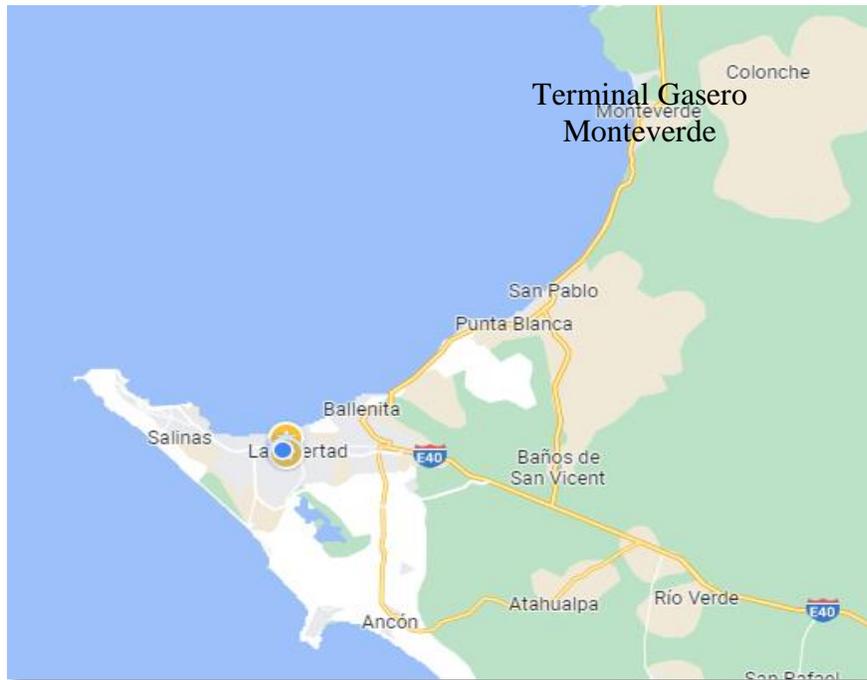
1.7.1 Descripción Geográfica del Terminal Gasero Monteverde

El Terminal Gasero Monteverde se encuentra ubicado en la localidad de la comuna Monteverde ubicada al nor-oeste de la península de Santa Elena; limita al Norte con el Río Javita, localidad de Jambelí y el recinto Palmar, al Sur se encuentran las instalaciones de

Ecuasal, (denominado mirador turístico de aves migratorias), al Este limita con los cerros Pungay y de La Lora y, al Oeste con el Océano Pacífico.

Figura 9.

Ubicación Geográfica del Terminal Gasero Monteverde



Fuente: Google Maps, 2023

La Planta Monteverde es una estructura cuyo propósito principal es la de recibir propano y butano para la elaboración del Gas Licuado de Petróleo.

Compuesto por un muelle que sirve para atracar buques que traen el producto importado que descargan hacia los 4 tanques de almacenamiento, para luego elaborar el GLP que será enviado hacia Estación Monteverde y Terminal el Chorrillo con la ayuda de Bombas centrifugas, y otra parte queda almacenada en 3 esferas ubicadas en la misma planta.

Figura 10.

Terminal Gasero Monteverde



Fuente: (Flopec, 2013)

1.7.2 Muelle y plataforma

El Terminal Gasero cuenta con un muelle de 1383.5 metros de longitud y 12.10 metros de ancho, sin tomar en cuenta la plataforma de atraque la cual tiene un área de 690 metros cuadrados que cuenta con dolphins (defensas) de amarre con pilotes que resisten hasta 1160 toneladas de fuerza tanto en la zona norte como en la zona sur de la plataforma.

La plataforma cuenta con defensas para evitar colisiones, ganchos automáticos para el amarre y desamarre de buques, escalera para acceso a buque, brazos de carga-descarga de propano y butano que cuentan con mangueras para la recirculación de vapores, tanques hidráulicos para evitar sobrepresiones, tuberías que conectan a los tanques en planta.

La profundidad en la que está ubicada la plataforma tiene 23 metros (la más profunda en Suramérica), lo que permite el atraque de buques de hasta 75 toneladas de peso muerto.

Existe también un cuarto de control para monitoreo de condiciones de mar (oleajes, aguajes, altura de ola superficial, corriente de ola de fondo, velocidad de viento, etc.), así como el control de temperatura y presión para los operativos de descarga a tierra, todo el personal está plenamente capacitado ante cualquier evento que suceda en la plataforma, además de tener el sistema contra incendio con torres para reducir cualquier incendio y salvaguardar la vida de las personas.

Figura 11.

Muelle y Plataforma de Terminal Gasero Monteverde



Fuente: (Redroban, 2021)

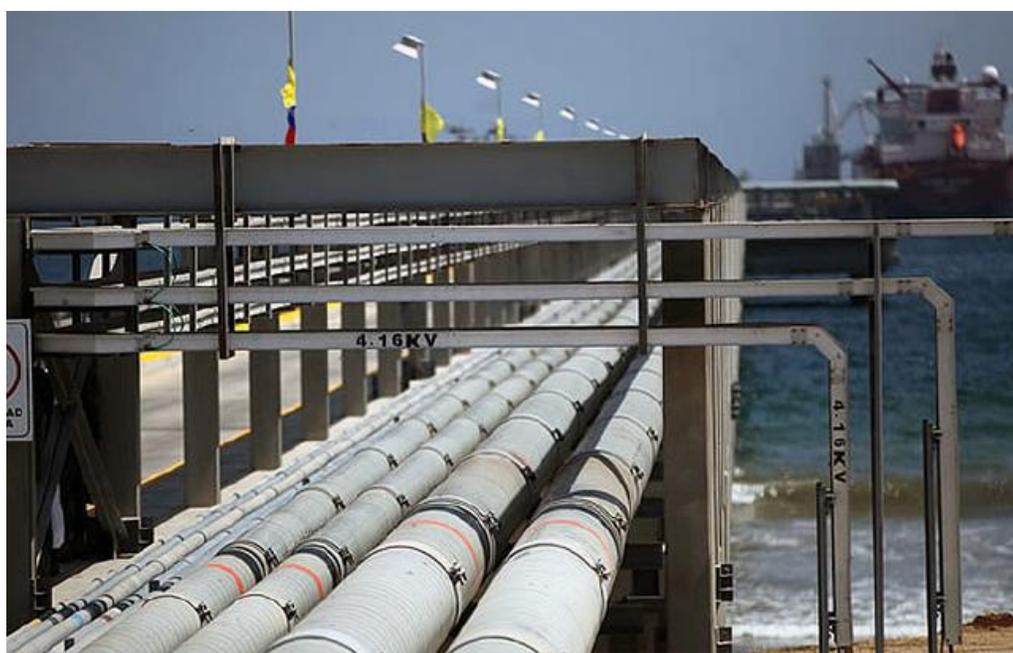
1.7.3 Tuberías y líneas de propano, butano y glp

Para el proceso de descarga desde buque hasta planta Monteverde, existen 2 líneas, las que transportan cada producto, propano y butano, en condiciones de presión y temperatura requeridos por planta, por tal razón las líneas están debidamente recubiertas con aislante térmico, manteniendo la presión y temperatura, y evitando sobrepresión. Así mismo existen 2 tuberías de vapores de propano y butano.

Cada línea tiene una longitud de 1.3 km y un diámetro de 10”, y ambas pueden transportar ambos fluidos sin importar las condiciones, puesta que ambas están construidas en especificaciones para propano; en plataforma están interconectadas las líneas para poder recibir ambos productos por una de las dos líneas por si se necesite mantenimiento de alguna y así evitar el desabastecimiento de GLP.

Figura 12.

Tendido de tuberías desde plataforma hacia Planta Monteverde



Fuente: (Redroban, 2021)

Existe una línea de GLP de 1.3Km de longitud y un diámetro de 6” de igual manera se puede recibir GLP directamente de buque en caso de que haya algún inconveniente con el propano o butano.

La línea de diésel es usada básicamente para abastecer de combustible al buque mediante 2 tanques ubicados en planta.

Figura 13.

Tanques de Diesel para buque



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

Existen otras tuberías que transportan aire comprimido para la instrumentación, agua de drenaje, agua potable para consumo en muelle, condensados y vapores.

Líneas de sistema contra incendio, para abastecer de agua de mar a las 4 torres ubicadas en plataforma por algún percance, accidente o connato de incendio; e igual forma hay línea de SCI desde planta hacia la localidad de tanques de diésel y bombas booster.

1.7.4 Calentadores o Intercambiadores de calor

Existen 2 calentadores de propano y 1 de butano. Los intercambiadores de calor son utilizados para preparar el producto a ser mezclado; el propano y el butano tienen una diferencia de temperaturas y al aumentar la misma con ayuda de los calentadores, su mezcla reduce la emisión de vapores y por tal razón se evita una sobrepresión.

Figura 14.

Intercambiadores de calor (calentadores)



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

Para el intercambio de calor se obtiene agua por medio de bombas de captación de agua de mar y esta es recolectada por medio de una tubería la cual atraviesa por los serpentines mientras el propano traspasa la cámara permitiendo el intercambio de calor.

La temperatura del propano a la salida pasa por un verificador de temperatura la cual regula el flujo de agua para poder obtener la temperatura deseada y así luego ser mezclado con el butano que de igual manera pasa por este sistema, luego es enviado al tren de mezcla y medición para lograr ser convertido en GLP que poco a poco se establece su temperatura una vez almacenado en las esferas.

El mantenimiento de los calentadores debe ser continuo, puesto que, al usar agua de mar, y al ser calentado, se produce material calcáreo, que puede obstruir el paso del fluido, evitando una buena optimización en la mezcla del propano y butano.

1.7.5 Bombas booster centrifugas elevadoras de presión

Figura 15.

Bombas booster elevadoras de presión



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

Son de tipo horizontal cuya función es la de proporcionar presión al producto proveniente de los buques hacia los tanques horizontales, o viceversa, estas bombas no son en su mayoría usadas ya que el buque proporciona la energía y presión suficiente para captar el propano y butano a ser almacenado.

El caudal máximo operativo de recepción de propano es de 1200TM/h y de butano de 800TM/h desde el buque, según los registros de la reunión clave previa a la descarga. De ser necesario el uso de estas bombas ubicadas en planta, es decir el despacho de propano y butano desde planta hacia el buque, tendrá un caudal operativo de 800 TM/H y 400TM/h respectivamente.

1.7.6 Parque de bombas (bombas centrifugas de procesos de propano y butano)

La Planta Monteverde tiene una zona de bombas centrifugas denominado parque de bombas, Figura 16; existen 3 para propano y 3 para butano, las cuales son usadas para impulsar el flujo de cada producto y realizar la mezcla hacia las líneas de proceso.

Figura 16.

Bombas de procesos de Propano



Fuente: Bombas de procesos de propano en Planta Monteverde, octubre 2023

Existen 2 bombas adicionales para la recirculación de butano, permiten recircular el gas cuando se requiera mantener la temperatura baja evitando que se evapore el producto y reducir la sobrepresión generada por la misma.

Figura 17.

Bombas de procesos y de recirculación de Butano



Fuente: 3 Bombas de procesos y 2 de recirculación de butano en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.7 Bombas GLP

Las bombas GLP son las utilizadas para realizar la transferencia de GLP desde planta Monteverde hacia gasoducto dirigiendo hacia Estación Monteverde y Terminal Chorrillo en Guayaquil. Diariamente se envían 6000TM con un caudal de 250TM/h de GLP y esto depende del requerimiento de Terminal Chorrillos y Estación Monteverde.

Estas bombas permiten tener controlado el flujo y caudal del propano, butano y principalmente GLP al gasoducto, esto permite, por cualquier emergencia, transferir cualquier producto hacia Chorrillos.

Figura 18.

Bombas GLP de transferencia



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.8 Tanques Criogénicos

En la Planta Monteverde existen 4 tanques presurizados criogénicos para almacenar Propano (TQ-401-A – TQ-501-B) y Butano (TQ-602-A y TQ-702-B) importados, éstos son tanques especiales ya que deben soportar temperaturas tales que, permitan mantener el propano y butano en estado líquido (refrigerado).

El propano es almacenado a -45°C y el Butano a -5°C , éstos provenientes desde buques que traen el producto importado los cuales son bombeados desde buque previo a las características y análisis de laboratorio para evitar inconvenientes en la descarga y recepción de los mismos.

La capacidad de cada tanque es:

- 2 tanques para almacenar propano (18.608 TM c/u).
- 2 tanques para almacenar butano (8.895 TM c/u).

Figura 19.

Tanques Criogénicos para Propano y Butano



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

Anteriormente, al inicio del proyecto estaba planteado la instalación de 2 tanques horizontales (salchicha) cercanos a las esferas para almacenar GLP elaborado (TQ1303-A y TQ-1303-B), estos fueron ubicados luego en Estación Monteverde y son usados para el despacho de autotankers a través de la isla de despacho.

La capacidad de estos tanques es:

- 2 tanques horizontales para almacenar GLP (500 TM c/u).

1.7.9 Esferas de GLP

Las esferas de GLP ubicadas en planta son usadas para almacenar gas elaborado y para el posterior despacho por gasoducto a Chorrillos. Las condiciones mantienen el GLP almacenado a temperatura ambiente según las características del mismo.

La capacidad de las esferas es:

- 3 esferas para almacenar GLP (1.663 TM c/u).

Figura 20.

Esferas de GLP



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.10 Sistema de mezcla y medición

El propano y butano pueden ser enviados directamente hacia el gasoducto, a esto se le denomina despacho en línea, el cual consiste en el envío de ambos productos pasando primeramente por los calentadores, luego por el tren de mezcla y medición que permite la unión de propano con butano en proporciones según las configuraciones de válvulas y condiciones de despacho, las cuales varían entre 60/40, 70/30 y 80/20, aunque no existe una regulación para estos valores.

El propano y butano así mismo pasa por el tren de mezcla y medición para ser almacenado en las esferas, las proporciones de igual manera son configuradas como el despacho en línea, luego de ser almacenado y después de realizar el respectivo análisis de laboratorio puede ser bombeado hacia ducto pasando por el tren de medición.

Figura 21.

Tren de mezcla y medición



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.11 Grupo de frío

Sistema de frío o grupo de frío, es el corazón de la planta de elaboración y almacenamiento de GLP, la función principal es la de recolectar los vapores generados de todos los tanques, relicuarlos y enfriarlos para ser devueltos en estado condensado de nuevo a almacenar a su respectivo tanque.

La presencia del sistema de frío es de tal importancia que, sin esta, no hubiera sido posible realizar el precomisionado, comisionado y puesta en marcha de la planta, el cual, Flopec siendo la encargada de la obra de construcción, tomó varias consideraciones para que no existan fallos y problemas futuros en este sistema.

El grupo de frío consta de 2 paquetes las cuales tienen 5 módulos independientes, un paquete es usado mientras el otro está en stand-by.

Si se usan los 2 paquetes de frio la optimización de succión de vapores sería mucho mejor, permitiendo la recuperación de más producto, pero, podría haber algún problema en cualquier paquete de frio y el mantenimiento requeriría la disminución de eficiencia de la planta de hasta un 90% e inclusive la paralización de la misma lo cual dejaría sin abastecimiento a la zona que se beneficia de este proyecto.

La recolección de vapores de propano son recolectados por los succionadores que separan las partículas de líquido permitiendo solo el paso de vapores que son luego comprimidos para luego ser enfriados a la temperatura y presión requerida para de ahí ser enviados nuevamente al tanque de almacenamiento, cabe recalcar que se usa el mismo propano para la función de enfriamiento de los vapores, y aquellos que no son recuperados, o, cuando hay problemas de sobrepresión no hay manera de recuperarlos son enviados a quemar al flare.

La recolección de vapores de butano pasa por los succionadores, esta sustancia es pre-enfriada de igual manera y enviado nuevamente a los tanques de almacenamiento, parte de vapores son usados para regular la presión de tanques y otra parte en estado líquido retorna a almacenar, al igual que el propano, las partículas que no pueden ser recuperadas son enviadas al flare, así mismo cuando hay sobrepresión o algún problema mecánico por seguridad es enviado a quemar.

Es un sistema un poco complejo ya que requiere de compresores, calentadores, recolección y succión de vapores, recolección de agua de mar para los calentadores, las líneas que van con liquido recuperado de propano y butano y las líneas de recirculación de butano.

Cuando hay inconvenientes con el grupo de frio, se requiere el mantenimiento inmediato ya que no quedaría más que quemar y perder producto.

Figura 22.

Grupo de Frío



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.12 Gasoducto

Un gasoducto permite el transporte de gas natural, licuados o procesados, cuyas condiciones especiales permiten mantener la temperatura de estos fluidos tales que la presión se mantenga reducida para evitar problemas en bridas, conexiones, válvulas y centros de monitoreo por donde los fluidos son controlados y también por medio de estas poder dar mantenimiento.

El Gasoducto Monteverde-Chorrillos permite el transporte de GLP elaborado en planta Monteverde a través de 127km de longitud y un diámetro de 10”.

Posee puntos de control con casetas las cuales permiten el control y la inspección de la condición de la tubería, además de control de presiones durante las transferencias de producto.

Figura 23.

Gasoducto Monteverde - Chorrillos



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.13 Tea, Flare o Antorcha

Tea (Tecnología de Eliminación a la Atmósfera) es el proceso para la eliminación de residuos de gases utilizados en la industria petrolera y gas, permitiendo reducir el impacto al medio ambiente.

Utilizado en la perforación de pozos petroleros, en la producción de gas natural, en la refinación de hidrocarburos, minimizando los vapores peligrosos e indeseables para reducir el riesgo ambiental y en la salud de los trabajadores y las comunidades cercanas.

La terminología Flare/Antorcha es comúnmente usada para referirse al mismo mecanismo que consta de una estructura para quemar los gases contaminantes de las plantas procesadoras de petróleo y gas y reducir las emisiones nocivas.

En entornos industriales, las antorchas o teas se emplean principalmente para incinerar el gas inflamable liberado por dispositivos de alivio de presión en situaciones de sobrepresión no previstas en los equipos de la planta. Además, en ocasiones se utilizan durante el inicio o

detención parcial o total de la planta para la quema controlada de gases durante períodos de tiempo relativamente cortos. (Wikimedia, 2023)

En la planta Monteverde se instaló el Flare para mantener la seguridad en situaciones de sobrepresión de tanques criogénicos o esferas sea por corte de energía, paradas no programadas, mantenimientos.

Cuando no se pueda recuperar los vapores de gases de manera efectiva, estos son enviados a quemar al Flare para evitar la liberación no controlada de gases a la atmósfera.

Figura 24.

Tea, Flare o Antorcha



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.7.14 Sistema Contra Incendio

El SCI en plataforma, consta de unas bombas que permiten la recolección de agua de mar que facilitan el abastecimiento del mismo ante cualquier eventualidad presente, manteniendo las líneas presurizadas y óptimas para la respuesta inmediata ante conato de incendio.

El SCI de la planta Monteverde cuenta de su sistema de bombas y tanque de almacenamiento de agua para Sistema Contra Incendio, este sistema cubre toda la parte operativa de la planta Monteverde, desde el ingreso de tuberías de propano butano, tanques de diésel, parque de bombas, tanques de almacenamiento, esferas hasta la línea de salida de GLP hacia Estación Monteverde, cabe recalcar que esta última también posee su propio sistema contra incendio.

Figura 25.

Sistema Contra Incendio en Planta Monteverde



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, octubre 2023

1.8 Operaciones en Planta Monteverde

Las operaciones en Planta Monteverde después de su puesta en marcha en el año 2014 son:

1.8.1 Importaciones

En la actualidad las operaciones de importación permiten la recepción de 2 buques mensuales con 32.200 TM de Propano y 12.200 TM de Butano cada uno, permitiendo el ingreso mensual de 88.800 TM aproximadamente, todo dependiendo de los despachos que se realicen desde planta.

A la llegada de los buques existe un procedimiento de recepción, una vez que el Terminal emite el permiso de libre platica se puede proceder con todos los operativos que se requiera, empezando con la toma de muestras la cual siempre se realiza previo a la descarga del producto.

Luego de la toma de muestra se procede con el análisis de laboratorio en presencia del inspector independiente y la agencia de control, una vez emitido el certificado de calidad se puede proceder con la descarga.

❖ **Toma de muestra**

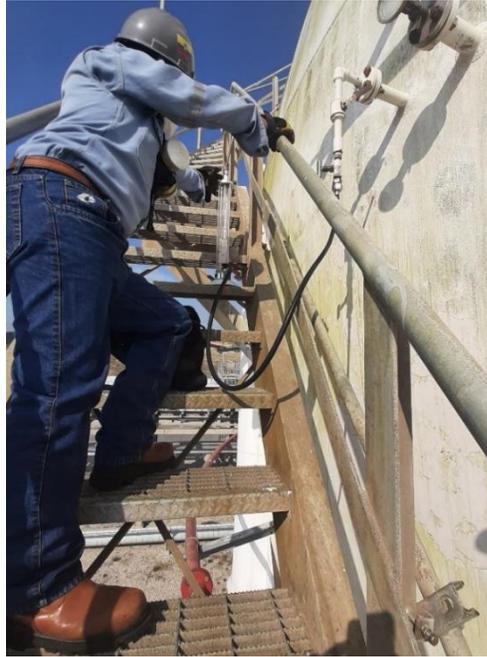
Existen regulaciones para el muestreo de gas, siendo este un material de difícil estabilidad y con parámetros físicos diferentes a los hidrocarburos líquidos, es necesario tener los equipos necesarios para proceder con la toma de muestra.

❖ **Equipos para muestreo de gases**

- Guantes para muestreo de gas
- Mascarilla con filtro
- Gafas
- Orejeras
- Casco
- Uniforme completo: camisa manga larga y pantalón (jean)
- Bombonas o balas de muestra
- Manguera presurizada
- Acoples y llaves

Figura 26.

Toma de muestra de GLP con equipo especial



Fuente: Foto tomada en campo, Planta Monteverde, junio 2023.

❖ Análisis de laboratorio

Las muestras obtenidas son llevadas al laboratorio para su debido análisis y verificar si las condiciones con las que el producto llega están dentro de especificación, mayormente no hay inconvenientes con el producto importado.

Laboratorio emite el certificado de calidad que es testificada por un ente de control independiente y personal de la Agencia de Control de hidrocarburos, para luego proceder con la descarga desde buque.

❖ Descarga de buque

El buque procede a amarrar en la plataforma, conecta mangueras, y luego de la reunión clave donde se detallan las condiciones de operatividad incluyendo la fiscalización

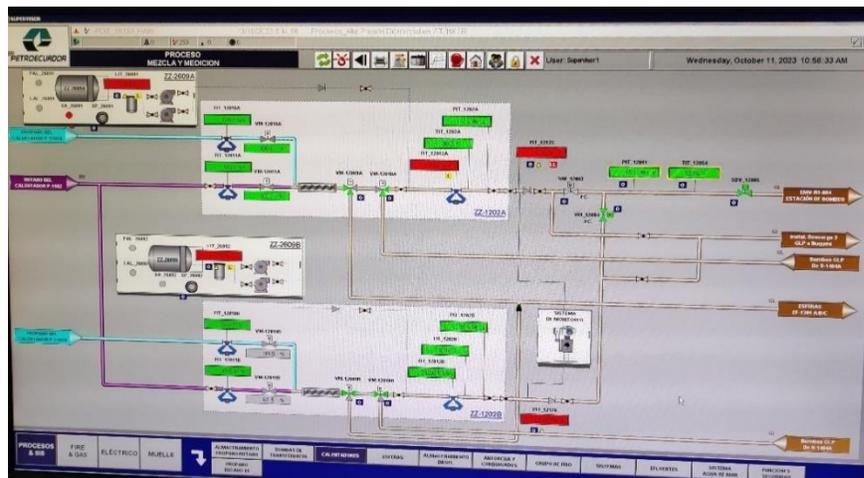
de volumen por parte del inspector, entonces se procede con la descarga; se puede realizar la descarga de los dos productos al mismo tiempo, pero, por seguridad se descarga uno por uno. Se realiza el desempaquetamiento de la línea y luego inicia la descarga de Propano a un caudal máximo de 1.200 TM por hora y el Butano a 800 TM por hora. Las condiciones de los tanques deben ser buenas principalmente de la temperatura para evitar la expansión de vapores, caso contrario se habilita el paso hacia el flare por seguridad.

1.8.2 Transferencias en Línea

La transferencia en línea es denominada al despacho que se realiza desde los tanques criogénicos hacia el gasoducto, sin ser almacenado, y ésta es enviada a un caudal de 250TM/h; el caudal máximo es de 800TM/h pero el requerimiento desde Chorrillos es 250.

Figura 27.

Interface Hombre Maquina - HMI



Fuente: Esquema de Control de Planta Monteverde, octubre 2023

El propano es previamente calentado con la ayuda del intercambiador de calor que permite el intercambio de temperatura con ayuda de agua de mar, para así aumentar la temperatura y

lograr optimizar la mezcla que se realiza en el tren de mezcla y medición; mientras que el butano es bombeado en proporciones que sea requerido luego de la autorización de trabajo.

Mediante la apertura y cierre de válvulas se logra la homogenización del GLP en proporciones comerciales 70/30, variando esta por requerimiento de planta, teniendo un caudal individual de 175 TM/h de propano y 75TM/h de butano.

1.8.3 Transferencias desde esferas

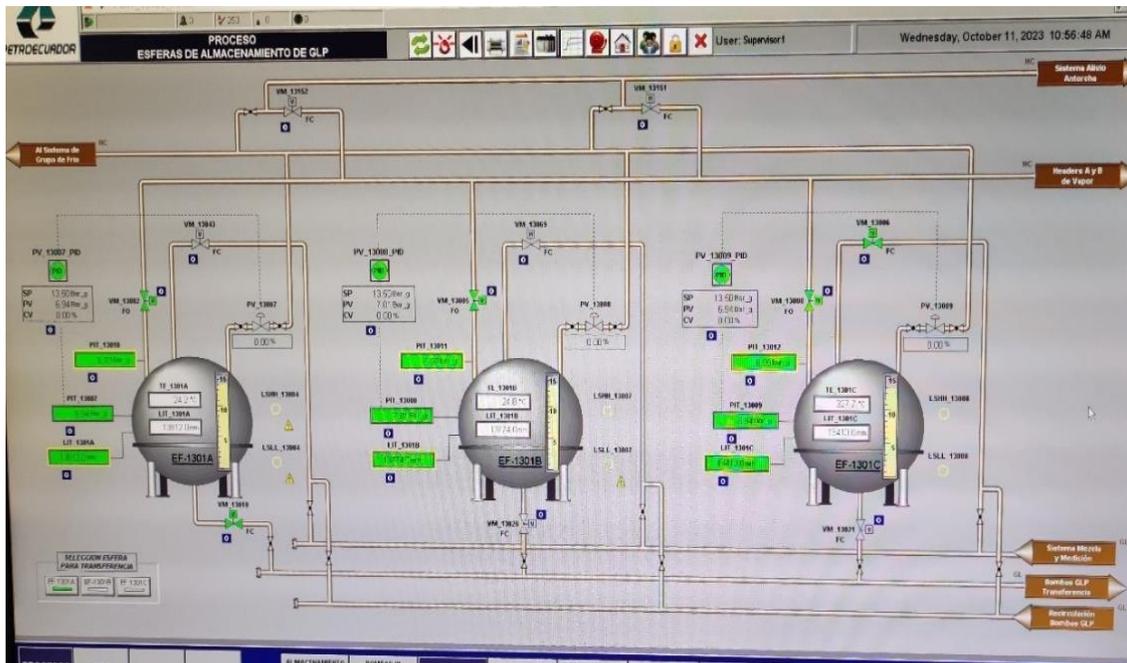
Existen 3 esferas que almacenan GLP elaborado en planta, se realiza la certificación de calidad del GLP y luego está listo para ser despachado.

La bomba de GLP extrae el producto desde las esferas para ser enviado al gasoducto a un caudal de 240 TM/h.

1.8.4 Llenado de esferas

Figura 28.

Control de esferas desde cuarto de control



Fuente: Esquema de Control de esferas de Planta Monteverde, octubre 2023

El proceso de llenado de esferas atraviesa el tren de mezcla y medición, el mismo procedimiento de despacho en línea, con la diferencia que se almacena simplemente manipulando válvulas para enviar el producto a las esferas.

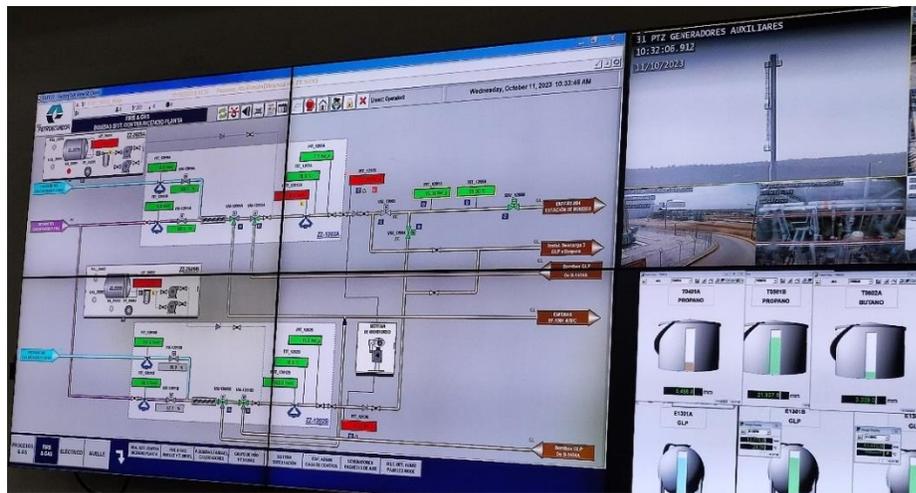
Las condiciones de GLP en las esferas están al ambiente, puesto que éste puede ser almacenado a temperatura estándar a una presión de 10 bares.

1.8.5 Cuarto de Control y sistema HMI

La mayoría de los procesos en Planta Monteverde son automatizados (90%), y son controlados desde el Cuarto de Control por medio de la interface-hombre-máquina; aun así, es necesario que exista personal de campo para seguridad de los procesos.

Figura 29.

Cuarto de Control



Fuente: Control de diferentes sistemas con HMI en Planta Monteverde, octubre 2023

1.8.6 Venteo y quema de vapores de GLP

Los problemas técnicos y humanos en los procesos de elaboración, almacenamiento y transporte de gases son el principal motivo para el venteo de los vapores generados y muchas veces en grandes cantidades principalmente en la recepción de propano y butano.

El flare es el principal mecanismo para el venteo y quema de estos vapores que, aunque no son considerados contaminantes, o son de mínima contaminación, tienen cierto grado de afectación al ambiente, principalmente dentro del área de aves migratorias y fauna diversa, a más de, considerar las pérdidas económicas por el desperdicio de producto.

Figura 30.

Quema de vapores para alivio de sobrepresión en importación



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, agosto 2023

El grupo de frío permite la captación de vapores dentro de las especificaciones de operatividad, como mantener líneas refrigeradas, enfriar vapores para control de presión de tanques y esferas, refrigerar el mismo sistema de grupo de frío. Pero cuando hay problemas como paradas de emergencia, cortes de energía, mal manejo mecánico, falla de automatización, entonces se quema gas y vapores, es ahí que el producto es enviado al flare

1.8.7 Recuperación de vapores

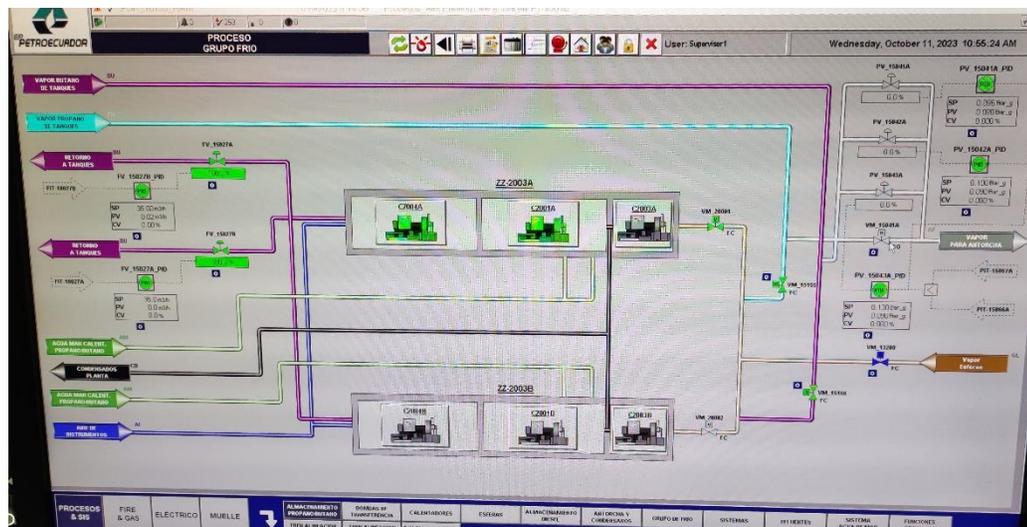
Existe un sistema de recuperación de vapores para propano y butano, para el primero se recuperan los vapores generados por el aumento de temperatura y son recolectados hacia compresores para luego ser enviados al grupo de frío, permitiendo la condensación de los vapores para ser nuevamente recuperados en los tanques de almacenamiento.

Para el butano existe las bombas de recirculación permitiendo la disminución de temperatura evitando así la evaporación del mismo y así el aumento de presión.

Las esferas y tanques tienen independientemente su sistema de recuperación de vapores, en el caso de tanque de propano al llegar a una presión de 0.096 bar, este tiende a abrir la válvula de seguridad al flare, es decir esta es la presión máxima de seguridad, por lo general mientras no hay recepción de producto importado la presión de operación está por debajo de 0.088 bar, a esta presión se procede a enviar los vapores al grupo de frío.

Figura 31.

Sistema de Grupo de frío desde cuarto de control



Fuente: Esquema de Sistema de Grupo de Frío en Cuarto de Control de Planta Monteverde, Octubre 2023

El butano rara vez se quema, la presión está por debajo del límite, y solo se abre cuando hay problemas técnicos o paradas de emergencia mientras hay recepción de producto; cabe recalcar que al inicio de la importación de butano se inicia quemando por la diferencial de temperaturas al ingreso de los tanques.

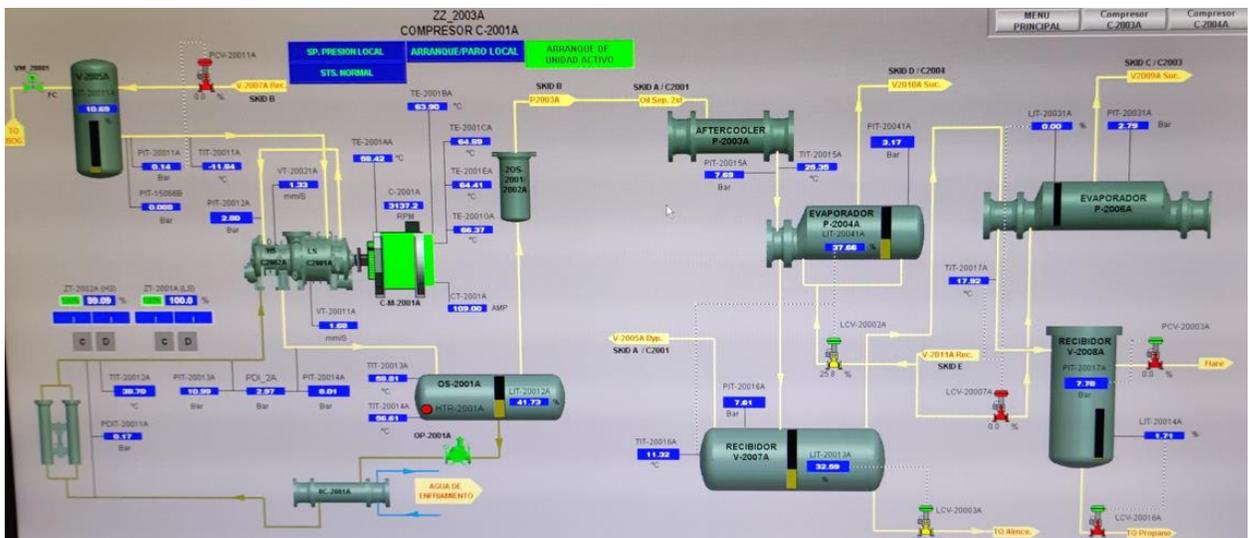
La operatividad de apertura de válvulas hacia el grupo de frío desde las esferas es nula, durante el funcionamiento de la planta hasta la actualidad no se ha realizado quema directa de glp puesto que este producto a temperatura ambiente mantiene estable la presión, impidiendo la apertura de la válvula de alivio.

1.8.8 Re licuefacción en grupo de frío

Es el proceso de enfriamiento de vapores de gases para convertirlos de estado gaseoso a estado líquido, por medio de compresores, permitiendo un mejor control en el almacenamiento y transporte del mismo.

Figura 32.

Relicuefacción de vapores de propano en Grupo de Frío



Fuente: Recuperación de vapores en Grupo de Frío de Planta Monteverde, Octubre 2023

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1 Metodología para recuperación de vapores de GLP

Puesto que en la Planta Monteverde existe una cantidad considerable de producto importado que se quema por el flare, es necesario recuperar y usar este producto que es enviado al medio ambiente y así reducir las emanaciones recuperando y más que todo aprovechando estos volúmenes que no pueden ser medidos puesto que no existe un medidor de flujo a la salida del flare, pero que pueden ser estimados de acuerdo a las inspecciones que se realizan en cada importación.

Figura 33.

Quema y venteo de vapores



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, mayo 2023

El desarrollo de una metodología para la recuperación de vapores de gas licuado de petróleo (GLP) para su uso es un proceso técnico que implica la captura y el aprovechamiento de los vapores de GLP que se liberan durante el almacenamiento, transporte o manipulación de este gas.

Se debe analizar primeramente puntos específicos para elaborar la metodología necesaria para la recuperación y aprovechamiento de los vapores de GLP.

Evaluar la infraestructura existente, el grupo de frío y el flare, tomando en cuenta que el producto venteado no es procesado por el grupo de frío impidiendo su recuperación tal que este sea enviado a quemar y venteado al ambiente.

Existen algunas alternativas de recuperación de vapores, determinando la capacidad de recuperación del mismo.

2.1.1 Para Sistema de presurización de esferas

Un problema que existe desde el inicio de las transferencias desde esferas a ducto es la pérdida de presión de las mismas, impidiendo tener un trabajo eficiente puesto que, del volumen total de operación de cada esfera, se despacha el 80% aproximadamente, sin aprovechar el total que debería ser entregado a Terminal Chorrillos.

El caudal de despacho está por los 220 TM/h, y se llega a enviar hasta 3200 Tm según programa para despacho a Chorrillos. Aunque la capacidad de entrega desde esferas debería ser de 250TM/h, esto podría lograrse si el vapor es reinyectado hacia las esferas para optimizar el flujo hacia ducto, a la vez que se reduce el tiempo de entrega.

2.1.2 Para Sistema de Generación eléctrica por GLP

Hay que tomar en cuenta la diferencia de los generadores de glp y diésel:

- ❖ Generador de GLP
- Funciona con Gas Licuado de Petróleo (propano o butano), que es un tipo de gas almacenado en estado líquido a presión en tanques.

- Utiliza un motor de combustión interna para convertir la energía química del GLP en electricidad.
 - Es una opción más limpia en términos de emisiones de gases contaminantes en comparación con los generadores a diésel.
 - Suele ser más silencioso en funcionamiento y requiere menos mantenimiento en general.
 - Puede ser una elección adecuada en áreas donde el acceso a combustibles líquidos puede ser limitado o costoso.
- ❖ Generador a diésel:

Figura 34.

Generadores a Diésel



Fuente: Foto tomada en Planta Monteverde, Octubre 2023

- Funciona con diésel, que es un combustible líquido derivado del petróleo.
- Utiliza un motor diésel de combustión interna para generar electricidad.
- Tiende a ser más eficiente en términos de consumo de combustible y es capaz de producir una cantidad significativa de energía.

- A menudo se utiliza en aplicaciones industriales, comerciales y de emergencia debido a su capacidad para manejar cargas pesadas durante períodos prolongados.
- Genera más emisiones y ruido en comparación con los generadores de GLP, por lo que puede requerir medidas adicionales de control de emisiones y aislamiento acústico.

La elección entre un generador de GLP y un generador a diésel dependerá de las necesidades específicas, la disponibilidad de combustible y las regulaciones ambientales en el lugar de uso. Cada tipo de generador tiene sus ventajas y desventajas, y es importante seleccionar el que mejor se adapte a las circunstancias particulares de la aplicación.

Cabe recalcar que las condiciones de presión de vapores en la línea de alivio no abastecen la demanda necesaria por lo que su uso en esta aplicación sería limitada.

2.1.3 Para Sistema de Calefacción por GLP

La metodología más eficiente para el buen uso de los vapores que son enviados al flare es el aprovechamiento para uso de calefacción y gas doméstico dentro de las instalaciones de la Planta Monteverde.

Se requiere de un tendido de línea y la instalación de un sistema de abastecimiento hacia los dormitorios donde estarían los calentadores.

A diferencia de las duchas eléctricas, la ducha a gas tiene la capacidad de tener una temperatura estable y más altas, además de un considerable ahorro económico.

Los calentadores de gas funcionan similar a una estufa, en el quemador tiene un serpentín donde circula el agua mientras pasa alrededor y este es calentado gradualmente.

Figura 35.

Calentador de agua



Fuente: (Admin, 2020)

Los calentadores de gas están equipados con un dispositivo conocido como un sensor de flujo. Este mecanismo tiene la tarea de identificar la circulación del agua y, al mismo tiempo, de ordenar que el calentador de gas libere el gas mientras inicia una chispa para encender la llama. En otras palabras, al abrir un grifo de agua caliente, el agua, generalmente proveniente del tanque de agua, fluye hacia uno de los lados del calentador de gas, lo que activa el sensor de flujo que, a su vez, enciende la llama.

2.1.4 Para Sistema de uso de gas doméstico

Se puede aprovechar el vapor de GLP para cocinas dentro del área de comedor de la Planta, reduciendo costos en compra de cilindros domésticos o industriales, tendiendo una línea principal para la red de distribución de gas doméstico.

Para la instalación de una línea de abastecimiento de gas licuado de petróleo (GLP) para dormitorios debe seguir ciertas pautas y regulaciones de seguridad para garantizar un funcionamiento seguro y confiable, para llevar a cabo un proceso óptimo, se necesita lo siguiente:

1. Normativas y permisos:

- Tener en cuenta las regulaciones locales y nacionales relacionadas con la instalación de sistemas de GLP, hay que asegurarse de obtener los permisos y autorizaciones necesarios antes de comenzar.

2. Diseño del sistema:

- Se debe tener un diseño detallado del sistema de GLP que abastecerá a los dormitorios. Esto debe incluir la ubicación de los tanques, tuberías, reguladores, y otros componentes.

3. Selección de tanques:

- Los tanques de almacenamiento de Propano, Butano y de GLP de acuerdo a las necesidades de abastecimiento y el espacio disponible. Deben cumplir con las normativas locales y nacionales. Se tomará en cuenta toda la tanquería puesto que el sistema está conectado a todos los tanques y por ende cada uno tiene su punto de alivio hacia el flare, y es donde se receptorá el vapor a ser usado en la red de abastecimiento de gas.

4. Ubicación del tanque:

- Hay una distancia segura en la ubicación de los tanques de almacenamiento. Están ubicados al aire libre, a una distancia segura de los edificios y con buena ventilación; cabe mencionar que los tanques de almacenamiento reemplazan los tanques tradicionales de abastecimiento de tuberías en redes domésticas.

5. Instalación de tuberías:

- Se debe contar con profesionales calificados para instalar las tuberías de GLP desde una toma de los tanques, o en este caso la línea al flare, hasta los dormitorios. Deben seguir las normativas de seguridad y estar a una profundidad adecuada bajo tierra.

6. Reguladores y válvulas de seguridad:

- Se debe instalar reguladores de presión y válvulas de seguridad en puntos estratégicos del sistema para controlar la presión y prevenir fugas, así mismo deberá ser realizado por personal capacitado.

7. Pruebas de presión:

- Antes de poner en funcionamiento el sistema, realiza pruebas de presión en todas las tuberías para asegurarse de que no haya fugas. Esto debe hacerlo un profesional capacitado.

8. Conexiones a los dormitorios:

- Se debe conectar las tuberías a los dormitorios y asegurarse de que haya válvulas de cierre en cada conexión para cortar el suministro de GLP en caso de emergencia.

9. Sistemas de detección de fugas:

- Instala sistemas de detección de fugas de GLP en áreas críticas, como los dormitorios. Estos sistemas pueden detectar fugas y activar alarmas de emergencia. Tener extintores en la cercanía.

10. Capacitación y concienciación:

- Capacita a los residentes de los dormitorios sobre el uso seguro del GLP y cómo actuar en caso de emergencia.

11. Mantenimiento regular:

- Programa un mantenimiento regular del sistema de GLP para asegurarte de que todo esté en buen estado de funcionamiento y cumpla con las regulaciones.

12. Evaluación de riesgos:

- Realiza evaluaciones de riesgos periódicas para identificar posibles problemas y tomar medidas preventivas.

No hay que olvidar que la seguridad es de suma importancia al trabajar con GLP, ya que es un combustible inflamable y peligroso en caso de fugas o malas instalaciones. Siempre es recomendable contar con profesionales calificados para diseñar, instalar y mantener el

sistema de GLP. Además, se debe consultar las normativas y regulaciones locales para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales.

2.2 Diseño y alcance de la investigación

- Experimental

Puesto que los procesos realizados en planta desde su puesta en marcha con las importaciones, transferencias y movimientos internos de producto se han realizado de acuerdo a la programación establecida, luego de su respectiva reunión de trabajo con los demás departamentos que cumplen con su función.

Se determina una “predicción” en la quema de producto bajo diversas circunstancias muchas veces no programadas (sobrepresión, corte de energía, fallo de calentadores, fallo de grupo de frío), por lo que se procede a aliviar presiones de tanques y líneas.

- Analítico

No existe información actualizada referente a este inconveniente presentado en la Planta Monteverde puesto que es la primera planta en el país, pero, que puede analizarse los procesos y la problemática de estos a través de información de la Ep Petroecuador y compañía fiscalizadora.

Con el análisis que se realiza se podrá obtener información para futuros proyectos similares y generar nuevas expectativas relacionadas al venteo de vapores.

- Bibliográfico

Se revisa información de plantas, refinerías, centros de acopio, etc., de otras partes para obtener datos más relevantes que ayuden a dar solución al problema planteado.

2.3 Tipo y métodos de investigación

- Cualitativo
- Por observación

Revisión de cada importación por un tiempo determinado, verificando diferencias entre entrega de buque y recepción en tanques criogénicos.

Expresar porcentaje por cada operativo principalmente en la recepción de importación.

- Por selección de documentos

Revisión de balances mensuales y análisis de documentos pudiendo comparar cantidades.

2.4 Población y muestra

- Población

El estudio se realiza en las instalaciones del Terminal gasero ubicadas en Monteverde, en la provincia de Santa Elena, ruta del Spondylus.

- Muestra (No probabilístico)

Personal aleatorio de la planta de Almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo Monteverde (trabajadores y operadores) y comunidad (que trabajan dentro de las instalaciones).

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Cualitativa

Entrevista al personal de planta.

2.6 Procesamiento de la evaluación

La información recopilada por medio de las encuestas y entrevistas permitirán tener una visión más clara del análisis y situación del problema que se ha planteado, puesto que son personas que trabajan en la Planta Monteverde, además de población externa que dé un criterio de la circunstancia de la emanación de vapores y humos negros y si tienen algún efecto negativo.

Podremos obtener datos visuales estadísticos por cada vez que se realicen quemas y venteos dentro de las programaciones realizadas por la Ep Petroecuador.

Las personas que han dado su criterio sobre este problema dan su punto de vista de la necesidad de reducción de emanación de vapores y quema y venteo hacia el ambiente, viendo una manera de desarrollar alternativa de recuperación y aprovechamiento de los vapores de glp para el uso en la misma empresa.

El uso de ducha de agua caliente es un claro ejemplo para el uso de la metodología en estudio que permitirá reducción de costos de energía eléctrica y aprovechamiento de propio producto remanente de la planta Monteverde.

El personal que labora en la cocina, desde su punto de vista, dan un criterio positivo en la utilización de este producto como una manera de aprovechar el producto teniendo almacenado en grandes cantidades y que, además de ser aprovechado, es un uso que incluso podría aumentarse para las instalaciones de la población en la comuna.

Sobre la reducción de pérdida, en la documentación tenemos los balances diarios y mensuales, detallando pérdidas de producto, lo que da un punto de vista positivo en la implementación de la metodología para recuperación de vapores de glp.

Con la información de las fiscalizaciones se podrá tener un valor aproximado de lo que se está perdiendo al ventear y quemar los vapores.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

Para la ejecución de la metodología se tomará en consideración la obtención de vapores que se envían al flare para un tendido de líneas que permitirán la distribución de producto hacia las instalaciones de cocina y dormitorios de la planta Monteverde.

Hay que tomar en consideración aspectos que permitirán la optimización del uso de los vapores de glp, de los cuales está la reducción de quema de vapores y la pérdida de producto; ambos se pueden deducir como un mismo problema puesto que uno conlleva al otro.

3.1.1 Problema de sobrepresiones en recepción de producto importado

Cabe señalar que al tener la operatividad el grupo de frio al 50%, seguirá habiendo problema de sobrepresión, y aunque, este esté operativo al 100%, se preferirá ejecutar uno de los dos trenes para la recuperación de vapores, ya que uno está en stand-by por cualquier emergencia.

La mayoría de problemas de sobrepresión esta al inicio de las recepciones ya sea de butano o de propano ya que las condiciones del producto que llega desde el buque esta entre -42°C a -43°C para propano, mientras que la línea que recibirá el producto está a una temperatura mayor, que no puede ser medida ya que no se cuenta con medidor de temperatura, pero que según la práctica se estima está a -35°C , por tal razón se presenta un aumento de presión en la línea de recepción que solamente puede ser aliviada una parte al grupo de frio y otra al flare.

Similares condiciones encontramos al recibir el butano, lo cual mientras mayor es la temperatura que viene en el buque, mayor será las condiciones para alivio de la línea; para butano la temperatura de importación está en -1°C a 1°C , por tal razón la línea recibirá mayor

presión en el transporte y al momento de recibir en el tanque ya que éste debe estar por debajo de -2°C.

3.1.2 Pérdidas de producto en fiscalización.

Una vez realizada la fiscalización inicial entre buque y tanques en tierra en planta se procede a la recepción de la importación.

Durante la descarga algunas veces se regula la presión y temperatura, pero la mayoría de veces no, esto permite la reducción de pérdidas en la cuantificación de volúmenes.

Al finalizar la descarga de cada producto se realiza la fiscalización y es aquí cuando la diferencia volumétrica nos indica cuanto aproximadamente se envía a quemar al carecer de un medidor a la salida de la línea que va al flare.

Con estos cálculos tenemos una idea de lo que se está perdiendo económicamente mientras se quema el producto.

Tabla 3.

Diferencias entre recepción y descarga de importaciones de Propano y Butano

IMPORT EP PET 41/22	PROPANE	BUTANE
RECIBIDO	16,391.592	6,005.106
DESCARGADO	16,424.168	6,017.768
DIFERENCIA	-32.576	-12.662
EMPAQUETADO	144.498	159.994
PORCENTAJE	-0.20	-0.21

IMPORT EP PET 46/22	PROPANE	BUTANE
RECIBIDO	15,120.354	5,732.618
DESCARGADO	15,149.812	5,742.723
DIFERENCIA	-29.458	-10.105
EMPAQUETADO	95.182	53.045
PORCENTAJE	-0.19	-0.18

Fuente: Elaborado por Fabricio Suárez, 2022

Nota: Referencias de descargas de buque G Forever Imp. 41 y Matterhorn Explorer Imp. 46

3.1.3 Volúmenes a bordo y en tierra en fiscalización

La fiscalización a bordo se toma desde el panel de control, a diferencia de productos líquidos, este es un sistema presurizado y cerrado, con el cual no se puede usar el UTI (Ullage Temperature Interface), entonces se toman los datos de nivel, temperaturas de vapores y líquidos, para proceder con el cálculo de volúmenes, realizando las respectivas correcciones por calados y expansión de temperaturas.

La fiscalización en tierra es similar, la diferencia es q no hay movimiento de balanceo y cabeceo como en un buque, los niveles, las temperaturas y presión, se puede obtener tanto en cuarto de control como en cada tanque o esfera de ser necesario (datos de campo).

Los datos de densidades y pesos moleculares son obtenidos por un laboratorio certificado que emite los certificados de calidad de los productos importados.

Teniendo en cuenta las diferencias volumétricas entre lo descargado y lo recibido en cada importación, y tomando en consideración el costo de GLP por kilo cuyo precio está en \$0.106667 y que 1000 kilos de GLP es igual a 1 Tonelada, entonces tenemos que, aproximadamente en 1 mes de pérdida de producto de aproximadamente -152.798 TM (referencia de junio de 2022),

$$-152.798 \text{ TM} * \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ TM}} = 152,798.00 \text{ Kg.} * \frac{0.106667}{1 \text{ Kg}} = \$16,298.504$$

Se puede decir entonces, en el mes de junio del 2022, durante la importación, hubo una pérdida de 16,298 dólares que pudo haberse quemado muy aparte de las cantidades de volumen que se empaquetan en las tuberías. Podemos tomar en cuenta las importaciones de los 6 últimos meses del 2022 para tener un balance semestral. Ver Anexos 6.1

3.1.4 Comparación de volúmenes a bordo y tierra.

Se puede tomar como referencia las fiscalizaciones que se realizan en planta Monteverde, obteniendo los datos de la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 4.

Diferencias Volumétricas en Importación de GLP - junio 2022

DIFERENCIAS VOLUMETRICAS EN IMPORTACION DE GLP EN MONTEVERDE – JUNIO 2022						
BUQUE	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO DE BUQUE EN TM	TOTAL RECIBIDO EN TERMINAL EN TM	DIFERENCIA	%
MATTERHORN EXPLORER IMP 21-22	MAYO 29-31	01-03/06/2022	22,416.224	22,393.528	-22.696	-0.10
MATTERHORN EXPLORER IMP 22-22	JUNIO 04-06	06-07/06/2023	22,416.569	22,378.991	-37.578	-0.17
PARTHIA IMP 23-22	JUNIO 12-14	16-17/06/2023	22,228.784	22,187.400	-41.384	-0.19
PARTHIA IMP 24-22	JUNIO 19-21	21-22/06/2023	22,207.366	22,156.226	-51.140	-0.23
TOTAL			89,268.943	89,116.145	-152.798	-0.17

Fuente: Elaborado por Fabricio Suárez, Junio 2022

Nota: Datos de volúmenes descargados y recibidos en importación mensual de junio 2022.

Datos tomados como referencias, los balances mensuales del último semestre del 2022 para tener en cuenta las diferencias y pérdidas en las importaciones. Ver Anexos 6.1

3.1.5 Recuperación de vapores para sistema de tendido de líneas.

Una de las maneras para aprovechar este producto es el tendido de líneas hacia la cocina y hacia los dormitorios que se encuentran en planta, según las respuestas a las entrevistas que se tomó en Planta Monteverde con personal que labora se ha tomado en consideración el uso del GLP para cocina y calefacción de agua.

3.1.6 Implementación de metodología para tendido de líneas de red doméstica.

Para la implementación de esta metodología es necesario varios parámetros para su correcta instalación y puesta en marcha.

Para la ejecución se propone pautas generales para el adecuado diseño e implementación de un sistema de gas licuado de petróleo en una red de sistema al comedor y dormitorios de la Planta Monteverde, considerando los riesgos que podrían desencadenar accidentes graves.

Las instalaciones de gas comprenden un conjunto de redes y equipos, ya sean fijos o móviles en el caso de los cilindros de gas o redes de tendido de tuberías. Estos elementos posibilitan el suministro y funcionamiento eficiente de servicios que distribuyen el gas. Dichas instalaciones están reguladas por normativas cuyo cumplimiento adecuado garantiza un flujo de gas óptimo para satisfacer las necesidades de los dispositivos que se conectan, además de asegurar la seguridad en el transporte del gas hasta los mismos, lo que se traduce en un funcionamiento eficaz del sistema. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2020)

El diseño se realiza siguiendo las normativas pertinentes y con información previa sobre los equipos que utilizarán este combustible. El estudio incluye la instalación de una infraestructura de GLP en un comedor y varios dormitorios, asegurando el funcionamiento adecuado de los equipos durante toda la jornada laboral. Se enfatiza la importancia del

estricto cumplimiento de las regulaciones en cuanto a instalación, seguridad, procesos y mantenimiento preventivo de las tuberías de GLP. Además, se debe tener buenas prácticas para garantizar el cumplimiento técnico y legal en la instalación de una infraestructura de GLP. Por último, se presentan consideraciones generales, conclusiones y recomendaciones.

Se toma en consideración la normativa (Norma Técnica Ecuatoriana) NTE INEN 2260:2010 segunda revisión 2010-01 (INEN, 2010), para la instalación de sistema de gas para uso residencial, comercial e industrial la cual se indica en el ALCANCE 2.2. como consideraciones específicas.

El material de tubos y tuberías que transporta los vapores de gas deben ser compatibles con este producto, además de tener una dimensión tal que pueda controlar caudales de los vapores para soportar pruebas de sobrepresión a las que son sometidas, y tener las condiciones necesarias para soportar el entorno donde serán instalados.

Se recomienda que la instalación de las tuberías se realice a la vista de todos, puesto que será fácil de inspeccionar, de dar mantenimiento y reparación, aunque existen alternativas como se muestran a continuación según el material de tuberías:

Tabla 5.

Formas de Instalación de tubería

Forma de Instalación	Acero	Acero Inoxidable	Cobre	Polietileno
Vista	Si	Si	Si	No
Embebida	Si	Si	Si	No
En ducto	Si	Si	Si	No
Enterrada	Si	Si	Si	Si
Empotrada	No	No	No	No

Fuente: Editado de (Venegas Vásconez et al., 2018)

❖ Ubicación de tanque (s)

Según la norma INEN la ubicación de la fuente principal de almacenamiento del gas debe estar cercano, pero fuera de las instalaciones de calefones, cocinas, etc., pero, se tiene en consideración que en la planta Monteverde el producto vendrá dirigido desde la línea de alivio de los tanques hasta dichas instalaciones, por lo que, no es necesario un estudio realizado para ubicación de tanques de almacenamiento de producto.

Figura 36.

Ubicación de tanques y Área de comedor y habitaciones



Fuente: Editado de (Redroban, 2021)

❖ Selección de tuberías

Se emplea el método fácil que sirve para garantizar la selección de los tamaños adecuados de tuberías y conductos en sistemas de GLP para vapor. Esto implica considerar las tuberías que van desde los reguladores de primera y segunda etapa, así como las tuberías de baja presión (medidas en pulgadas de columna de agua) que conectan reguladores de segunda etapa, reguladores de etapa única o doble, y los dispositivos de consumo.

Instrucciones (RegO, 2021):

1. Para calcular la demanda total de gas del sistema, sume la entrada de BTU/hora de los dispositivos existentes y añada la demanda estimada para futuros dispositivos.

Para esto usamos los datos de consumo de diferentes equipos y aparatos comunes mostrados a continuación:

Tabla 6.

Consumo de aparatos en BTU/H

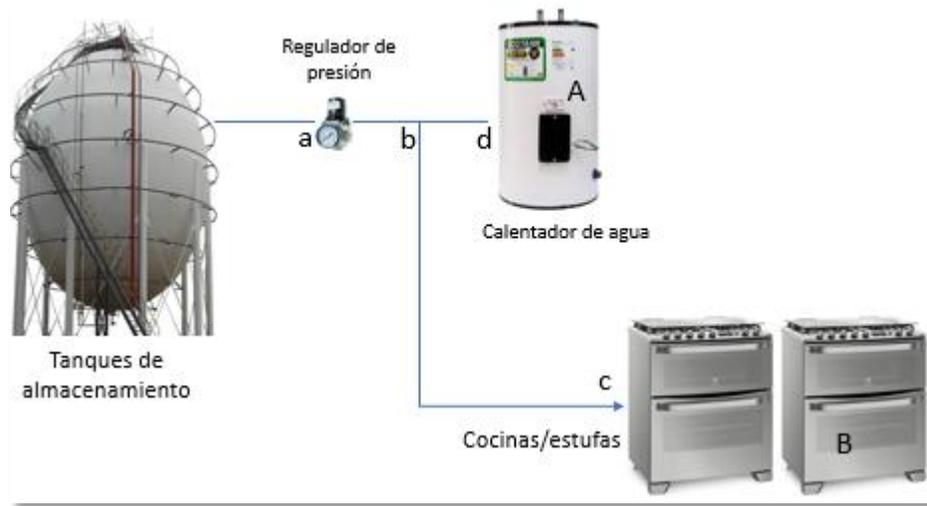
APARATO	CONSUMO APROXIMADO (BTU/HORA)
Cocina/estufa doméstica	65,000
Horno o parrilla doméstica	25,000
Unidad superior integrada doméstica	40,000
Calentador de agua (tanque 30 glns)	30,000
Calentador de agua (tanque 40 glns)	38,000
Calentador de agua (tanque 50 glns)	50,000
Refrigerador	3,000
Secadora de ropa doméstica	35,000
Lámpara a gas	2,500

Fuente: Editado de (RegO, 2021)

2. Para tubería de segunda etapa, etapa única o doble etapa integral:
 - A. Mida la longitud necesaria de la tubería desde la salida del regulador hasta el aparato más distante. No es necesario tomar otras medidas para dimensionar el sistema.
 - B. Realice un dibujo sencillo del diseño del sistema de tuberías, siguiendo el ejemplo que se muestra a continuación.

Figura 37.

Tendido de línea desde tanques hacia equipos.



Fuente: Realizado por Fabricio Suárez. Octubre 2023

C. Determine la capacidad requerida para cada sección de la tubería. Por ejemplo, la sección que va desde el punto “a” al punto “b” debe ser capaz de manejar la demanda total de los dispositivos A y B incluso si hay más elementos considerados como “c”, mientras que la sección del punto “b” al punto “d” solo debe ser capaz de manejar el dispositivo A, y así sucesivamente.

Con la Tabla 8, elija el diámetro apropiado de la tubería para cada sección, teniendo en cuenta los valores en BTU/hora y la longitud establecida en el paso 2-A. En caso de que la longitud exacta no esté disponible en la tabla, recurra al siguiente valor de longitud más largo en la tabla. No utilice ninguna otra longitud para esta tarea. Simplemente seleccione el tamaño que indique al menos la capacidad requerida para cada sección de tubería.

3. En tuberías que conectan reguladores de primera y segunda etapa, los pasos son los siguientes:

A. Si se trata de un sistema simple con un solo regulador de segunda etapa, simplemente se mide la longitud de la tubería necesaria entre la salida del regulador de primera etapa y la entrada del regulador de segunda etapa. A continuación, seleccione el diámetro de tubería necesario de acuerdo con la Tabla.

B. En sistemas con múltiples reguladores de segunda etapa (generalmente usado), se mide la longitud de tubería requerida para llegar al regulador de segunda etapa más alejado. Luego, realice un dibujo básico y mida cada segmento de tubería utilizando la Tabla 8, según los valores que correspondan a la longitud indicada anteriormente, de manera similar a cuando se trabaja con tuberías de segunda etapa.

Tomando en cuenta la figura 37, se toma los datos de longitud del circuito de tuberías que se van a necesitar y el grosor de los mismos.

La distancia total es de 56 pies desde el regulador de presión hasta el último punto, usamos la tabla 8 a distancia de 60 pies.

Teniendo la demanda total de consumo de los equipos de a hacia b, entonces: $50,000 + 65,000 + 65,000 + 25,000 = 205,000$ BTU/H y usamos una tubería de $\frac{1}{2}$ "

De b hacia d tenemos: 50,000 BTU/H, entonces usamos, tubería de $\frac{5}{8}$ "

De b hacia c tenemos 155,000 BTU/H, entonces usamos, tubería de $\frac{3}{4}$ "

❖ **Tablas para selección de tuberías**

Tabla 7.

Dimensiones de tuberías para instalaciones con reguladores de primera etapa

Tubería de cobre		Longitud de tubería o conductor en pies									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tubería de cobre	3/8	513	352	283	242	215	194	179	166	156	147
	1/2	1060	727	584	500	443	401	369	343	322	304
	5/8	2150	1480	1190	1020	901	816	751	699	655	619
	3/4	3760	2580	2080	1780	1570	1430	1310	1220	1150	1080
Tamaño de tubo	1/2	3320	2280	1830	1570	1390	1260	1160	1080	1010	956
	3/4	6950	4780	3840	3280	2910	2640	2430	2260	2120	2000
	1	13100	9000	7229	6180	5480	4970	4570	4250	3990	3770
	1 1/4	26900	18500	14800	12700	11300	10200	9380	8730	8190	7730
	1 1/2	40300	27700	22200	19000	16900	15300	14100	13100	12300	11600
	2	77600	53300	42800	36600	32500	29400	27100	25200	23600	22300
		125	150	175	200	225	250	275	300	350	400
Tubería de Cobre	3/8	131	118	109	101	NA	90	NA	81	75	70
	1/2	270	244	225	209	NA	185	NA	168	155	144
	5/8	549	497	457	426	NA	377	NA	342	314	292
	3/4	959	869	799	744	NA	659	NA	597	549	511
Tamaño de tubo	1/2	848	768	706	657	NA	582	NA	528	486	452
	3/4	1770	1610	1480	1370	NA	1220	NA	1100	1020	945
	1	3340	3020	2780	2590	NA	2290	NA	2080	1910	1780
	1 1/4	6850	6210	5710	5320	NA	4710	NA	4270	3930	3650
	1 1/2	10300	9300	8560	7960	NA	7060	NA	6400	5880	5470
	2	19800	17900	16500	15300	NA	13600	NA	12300	11300	10500

Fuente: Editado de (RegO, 2021)

Nota: Valores de BTU/H multiplicados por mil.

Tabla 8.

Dimensiones de tuberías sistemas de regulación segunda etapa o etapa doble integral

Tubería de cobre		Longitud de tubo o tubería en pies									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tubería de cobre	3/8	45	31	25	21	19	17	16	15	14	13
	1/2	93	64	51	44	39	35	32	30	28	27
	5/8	188	129	104	89	79	71	66	61	57	54
	3/4	329	226	182	155	138	125	115	107	100	95
Tamaño de tubo	1/2	291	200	160	137	122	110	NA	101	NA	94
	3/4	608	418	336	287	255	231	NA	212	NA	197
	1	1150	787	632	541	480	434	NA	400	NA	372
	1 1/4	2350	1620	1300	1110	985	892	NA	821	NA	763
	1 1/2	3520	2420	1940	1660	1480	1340	NA	1230	NA	1140
	2	6790	4660	3750	3210	2840	2570	NA	2370	NA	2200
		125	150	175	200	225	250	275	300	350	400
Tubería de Cobre	3/8	11	10	NA							
	1/2	24	21	20	18	NA	16	NA	15	14	13
	5/8	48	44	40	37	NA	33	NA	30	28	26
	3/4	84	76	70	65	NA	58	NA	52	48	45
Tamaño de tubo	1/2	89	84	74	67	NA	62	NA	58	51	46
	3/4	185	175	155	140	NA	129	NA	120	107	97
	1	349	330	292	265	NA	243	NA	227	201	182
	1 1/4	716	677	600	543	NA	500	NA	465	412	373
	1 1/2	1070	1010	899	814	NA	749	NA	697	618	560
	2	2070	1950	1730	1570	NA	1440	NA	1340	1190	1080

Fuente: Editado de (RegO, 2021)

Nota: Valores de BTU/H multiplicados por mil.

3.1.7 Seguridad en almacenamiento, manejo y transporte de GLP

En su totalidad, el código NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego) 58 aborda aspectos relacionados con el almacenamiento, manipulación, transporte y utilización de todos los sistemas de gas licuado de petróleo (LP). Esto engloba contenedores, conductos y los dispositivos conexos cuando se suministra gas LP a una edificación con propósito de emplearse como combustible, así como el traslado por carretera de dicho gas. (NFPA, 2014)

Figura 38.

Referencia de inspección según código NFPA 58



Fuente: (Villafuerte, 2020)

Adicionalmente, la NFPA 58-2020 rige el diseño, construcción, instalación y operación de terminales marinas con el objetivo primordial de recibir GLP para su entrega a transportistas, distribuidores o usuarios. Vale la pena señalar que esta normativa no se aplica a terminales

marítimas vinculadas a refinerías, plantas petroquímicas, instalaciones de gas, o aquellas cuya finalidad sea suministrar gas LP a embarcaciones marítimas.

La NFPA 58-2020 también puede ser empleada para guiar el diseño, construcción, instalación y operación de terminales de tuberías que reciben gas LP desde tuberías sujetas a la jurisdicción del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) y lo entregan a transportistas, distribuidores o usuarios.

3.1.8 Análisis de resultados

Reducción de costos operativos: El uso de los vapores de GLP generados durante el proceso de almacenamiento y distribución puede reducir los costos de compra de cilindros para la operación de cocinas a gas y reducir consumo de energía eléctrica para equipos de calefacción de duchas.

Esto puede llevar a ahorros significativos en el consumo de energía, teniendo en cuenta que Petroecuador es una empresa petrolera que consume electricidad dependiendo de la operatividad de sus instalaciones, en este caso la planta Monteverde, por lo tanto, puede variar de acuerdo al contrato con la empresa proveedora de electricidad, tarifas eléctricas del país, volumen de consumo, etc.

Al tener GLP como alternativa de consumo, en este caso para la calefacción de duchas en los dormitorios de la planta Monteverde, se ejecutaría un ahorro considerable de energía eléctrica, más el ahorro de obtención de producto desperdiciado permitiría una reducción de pérdidas económicas.

Disminución de emisiones: El aprovechamiento de los vapores de GLP puede reducir las emisiones de gases y otros contaminantes atmosféricos, ya que se están utilizando recursos previamente desperdiciados en lugar de liberarlos a la atmósfera mediante el flare.

Es notorio cada vez que hay importaciones de propano y butano que se realice la quema para alivio de sobrepresiones y más aún ver que el humo se dirige por varios metros cuadrados, dando aspecto de contaminación visual a la distancia y más aún a las aves en sus alrededores.

Cumplimiento de regulaciones ambientales: La captura y uso de vapores de GLP pueden ayudar a las plantas de GLP a cumplir con regulaciones ambientales más estrictas al reducir las emisiones de gases contaminantes. Esto puede evitar sanciones regulatorias y mejorar la reputación de la empresa en términos de responsabilidad ambiental.

Aunque estos gases son considerados como limpios, no está demás la reducción de estos productos mediante las metodologías en estudio.

Mayor eficiencia energética: Al utilizar los vapores de GLP, se puede mejorar la eficiencia energética de las instalaciones, ya que se está aprovechando una fuente de energía que de otra manera se desperdiciaría.

Mas aun el cambio de energía y la utilización de un método de aprovechamiento de vapores de glp distribuidos por línea hacia las cocinas y dormitorios mejorando tanto la eficiencia energética calórica del gas, por la de electricidad, y la reducción de costos de uso de cilindros, por la distribución de vapores por tendido de líneas aprovechando los residuos enviados al ambiente.

Estabilidad en el suministro de energía: El uso de vapores de GLP puede proporcionar una fuente de energía adicional y confiable para las instalaciones, lo que puede ser beneficioso en caso de interrupciones en el suministro eléctrico o de gas natural.

Teniendo en cuenta que el gas está almacenado en planta, por tal razón, nunca habría escases de producto, mejorando la estabilidad de las personas encargadas del área de cocina y evitando la preocupación por cortes de energía o falta de energía eléctrica.

Mejora de la rentabilidad: La reducción de costos y la optimización de recursos pueden contribuir a una mayor rentabilidad para la planta de GLP.

Después de la implementación del sistema para recuperación de vapores para el uso en las instalaciones de planta, se reduce las pérdidas de vapores, se ahorra en energía eléctrica, permitiendo que el gasto en la instalación sea restaurado a medida que se ahorra combustible para el funcionamiento de los sistemas y reduciendo los mantenimientos de los mismos.

3.1.9 Mapa de la ubicación de tendido de líneas para implementación del proyecto.

Figura 39.

Mapa de tendido de línea de recuperación de vapores



Fuente: Tomado y editado desde Google map.

CONCLUSIONES

Este proyecto está destinado al uso de los vapores que se puedan recuperar mediante el desarrollo de la metodología aplicada, con la cual es eficiente tomar estos vapores para aplicarlos en las cocinas y en dormitorios de la Planta Monteverde.

Se puede tener una idea que defina las posibles áreas donde haya pérdida de producto como bridas y conexiones, pero lo más relevante es la quema de producto que se envía desde tanques y esferas hacia la tea, teniendo como punto clave las inspecciones durante las importaciones de propano y butano.

Mediante las inspecciones realizadas desde la puesta en marcha de la planta Monteverde, hasta la actualidad, se tiene como resultados, que en planta se recibe menos producto de lo que se envía desde buque, razón por la cual se requiere una metodología para recuperar los vapores y evitar pérdidas.

La instalación de una línea de alivio desde la tubería del flare hacia los dormitorios y comedor de la planta Monteverde es la metodología que más utilidad podría dar al producto recuperado.

Considerando las cantidades aproximadas de las pérdidas en importaciones, el proyecto en estudio podría recuperar el capital de inversión reduciendo costos y usos de energía eléctrica y compra de cilindros, abasteciendo ilimitadamente de gas.

RECOMENDACIONES

Aprovechar los vapores de gas licuado de petróleo (GLP) recuperados de manera eficiente para ser usados en cocinas y calentadores de agua, esto puede ser beneficioso tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

Técnicamente hay que asegurar que los tanques de almacenamiento de GLP y las tuberías estén bien aislados térmicamente para minimizar las pérdidas de calor durante el almacenamiento y la distribución. Hay que dar mantenimiento regular en las conexiones, además de los electrodomésticos y sistemas de GLP para asegurarse de que estén en óptimas condiciones, priorizando las normas y reglamentos para el correcto funcionamiento.

Establecer protocolos de inspección durante las importaciones de propano y butano para minimizar las causas de pérdidas, reduciéndolas sacando mayor provecho del mismo teniendo un mejor control de descarga de buque y carga en tanque, como en transporte mediante las líneas internas de procesos.

Tener en consideración que el GLP puede usarse en diferentes metodologías, incluso para uso como combustible vehicular, tomando en consideración que existen vehículos que se requieren para los recorridos y monitoreos de la planta Monteverde y Estación.

REFERENCIAS

- A-Gas, R. (2018). *Todo sobre el GLP*. Asociación Nacional de Importadores Distribuidores y Transportistas de GLP. <https://agas.do/index.php/el-glp/todo-sobre-el-glp>
- Admin. (2020). *¿Cómo Funcionan los Calentadores a Gas?* Clasic. <https://clasic.com.co/2020/06/11/como-funcionan-los-calentadores-a-gas/>
- Ana María Sánchez. MBA., E. (2021). *GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN ECUADOR*. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2021/12/GLP-en-Ecuador.pdf>
- Arias, J. (2006). *Gas natural licuado. Tecnología y mercado, Inst. Unidad Empresarial de Base (UEB) de Gas Licuado de Petróleo «CUPET»*. 52. https://www.academia.edu/download/48076667/educ_gnl-_gas_natural-argentina.pdf
- Ayabaca, C., & Venegas, D. (2018). *Gas licuado de petróleo GLP: Un combustible, eficiente, económico y seguro* (Editorial). <https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/978-620-2-15509-0/gas-licuado-de-petroleo-glp>
- Baissac, R., & Heffner, R. (2018). *Optimización de Planta de Deshidratación de Gas mediante el uso de Glicol* [Universidad Nacional de Comahue]. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/15313>
- Bussman, W., & Baukal, C. (2012). Environmentally-Friendly Flaring. *2012 IEEE Green Technologies Conference*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/GREEN.2012.6200933>
- Calderón, M., & Calderón, E. (2018). *Análisis ambiental comparativo del uso del GLP* [Universidad Industrial de Santander]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172349.pdf>
- Carreón, J., Cervantes, D., Islas, E., Medina, C., & Mera, M. (2019). Proceso criogénico para gases de petróleo. In *Valoración Tecnológica del petróleo y sus productos* (p. 8). <https://es.scribd.com/document/304693203/Proceso-Criogenico-Para-Gases-Del-Petroleo-Petroleo>
- Córdoba Vásquez, K., & Paredes Campoverde, G. (2022). *Análisis comparativo de la influencia del combustible GLP y Ecopaís en los niveles de contaminación de un vehículo subcategoría M1 con motor Otto para el servicio de taxi en la ciudad de Guayaquil* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23654>

- Cortéz, R., Font, D., & Lobelles, G. (2020). Evaluación de la sostenibilidad del fraccionamiento de gases de refinería Cienfuegos S.A. mediante el análisis energético. *Scielo*, 47(Abril 2020). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612020000200074&script=sci_arttext&tlng=en
- Cuasquer, J., Pineda, D., & Álvarez, E. (2022). Ventajas del gas licuado de petróleo en comparación al sistema de combustible tradicional. *Dominio de Las Ciencias*, 8(16-09–2022). <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v8i3.2994>
- de la Iglesia Ceballos, J. M. (2018). *Operaciones y procesos. Bloque 02 Operaciones unitarias importantes*. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2303/course/section/2234/BLOQUE2-OyP.pdf>
- Delgado Romero, L. (2018). *ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE QUEMA Y VENDEO DE GAS ASOCIADO EN LA INDUSTRIA PETROLERA* [Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7125/1/262651-2018 I-GA.pdf>
- Etece, E. (2021). *Gas natural*. Concepto. <https://concepto.de/gas-natural/>
- ExpansionMX. (2021). *Diferencia entre gas natural y gas LP para uso doméstico, ¿cuál me conviene más?* <https://expansion.mx/economia/2021/08/05/diferencia-entre-gas-natural-gas-lp#:~:text=El gas natural se encuentra, incluso del mismo gas natural.>
- Farina, M. (2010). *Flare Gas Reduction - GE Energy*. <https://www.yumpu.com/en/document/read/5166624/flare-gas-reduction-ge-energy>
- Flopec. (2013). *Informe Rendición de Cuentas*. https://www.flopec.com.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/folleto_rendicion_de_cuentas.pdf
- Fontalvo Díaz, J., Ramírez Peñaherrera, P., Constante Argüello, J., & Fonseca Palacios, J. (2022). *Balance Energético Nacional 2022* (Primera ed). <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/wp-1692740456472.pdf>
- G. L. (2014). *del Petróleo*. 15. http://www.multigasdecolombia.com.co/archivos/manejo_seguro.pdf
- García Bernal, N. (2022). *Antecedentes de la industria del GLP en Países seleccionados de Iberoamérica*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32917/1/BCN_Reg

- ulacion_Mercado_del_Gas___Desempeno_de_la_industria.pdf
- Gasnova. Rafael. (2020). *Historia del GLP a nivel mundial*. GASNOVA.
<https://www.gasnova.co/historia-del-glp-a-nivel-mundial/>
- GASNOVA. (2021). *GLP, combustible de transición hacia energías renovables*.
<https://www.gasnova.co/glp-combustible-de-transicion-hacia-energias-renovables/>
- González, S., & Santamaría, L. (2018). *Evaluación técnico financiera del fraccionamiento del gas natural producido en el Piedemonte Llanero de Colombia* [Fundación Universidad de América]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/106624668/5121242-2018-1-IP-libre.pdf?1697387301=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluacion_tecnico_financiera_del_fracci.pdf&Expires=1700375116&Signature=BhzStw4S0ZI5e9iXk-Z8ZbUZHikCcnp8xRHtgf~cWyi
- INEN, I. E. de N. (2010). *NTE INEN 2260*.
[https://www.academia.edu/19757406/NTE_INEN_2260_Instalaciones_de_gases_com bustibles_para_uso_residencial_comercial_e_industrial_Requisitos](https://www.academia.edu/19757406/NTE_INEN_2260_Instalaciones_de_gases_com_bustibles_para_uso_residencial_comercial_e_industrial_Requisitos)
- Jeff, P., Nick, T., Harley, C., & Charles E, B. J. (2013). Flare Gas Recovery. In *The John Zink Hamworthy Combustion Handbook* (2nd edition, p. 8).
- Lideres, R. (n.d.). *El subsidio opaca el negocio del gas*.
<https://www.revistalideres.ec/lideres/subsidio-opaca-negocio-gas.html>
- Miranda, L. (2009). *Estudio Técnico de recuperación de GLP*.
<https://es.scribd.com/document/90082499/recuperacion-de-glp>
- Morales, P. A. (2022). Las tecnologías emergentes y la industria gas y oil. *Cuadernos de Investigación*, 4(Junio 18, 2023).
<https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/administracion/article/view/4769>
- Murillo Camacho, C. (2016). *Planta de gas criogénica*.
https://www.academia.edu/22189400/Planta_de_gas_criogenica
- NFPA. (2014). Norma NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo. In *NFPA 58* (2014th ed., p. 152).
https://www.academia.edu/40461459/NFPA_58_Código_del_Gas_Licuado_del_Petróleo_Edición_4_4_4_4_4_2014
- OLADE. (2021). *Panorama Energético de América Latina y El Caribe* (Segunda).

- OLADE. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0442a.pdf>
- Orozco, M. (2022). *Ecuador, uno de los 30 países que más queman gas en el área petrolera*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ecuador-paises-quema-gas-area-petrolera/>
- OSINERGMIN. (2012). *El Gas Natural y sus diferencias con el GLP*. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000661.pdf>
- Pacheco, D. S., & Gómez, J. Al. (2022). *Aplicación de Metodología Lean Six Sigma para incremento de productividad de proceso de envasado de GLP* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21952>
- Pérez, J. C. G., Chávez, R. J., Cadena, D. X. R., Lozada, L. G. S., & Rodríguez, E. T. (2023). *El gas metano: del efecto invernadero al tratamiento de enfermedades humanas*. 27, 79. https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas79/T79_E03_gas_metano_tratamiento_enfermedades.pdf
- Pérez, L., Del Pozzi, E., & Cavagnola, M. (2018). *Producción de Dimetil Éter por deshidratación catalítica de metanol* [Universidad Nacional de Cuyo]. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10771/produccion-de-dimetil-eter.pdf
- Ph.D. Yolanda, R. (2022). *El gas natural: procesamiento, usos y beneficios*. 14 Noviembre 2022. <https://inspenet.com/articulo/gas-natural-procesamiento-usos-y-beneficios/>
- Redroban, C. (2021). *Libro Monteverde publicado*. 1, 316. https://www.academia.edu/es/76370726/Libro_monteverde_publicado
- RegO. (2021). *REGO Manual de Servicio para el Instalador de Gas-LP*. 1962. <https://www.regoproducts.com/wp-content/uploads/2021/09/L-592.pdf>
- Salazar, V. H. (2014). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UN NUEVO SISTEMA DE LICUEFACCION EN EL TERMINAL DE GLP OYAMBARO DE LA EP-PETROECUADOR* [ESCUELA POLITECNICA NACIONAL]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7187>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización, I. (2020). *Instalaciones de Gas Doméstico*. <https://inennormalizacion.blogspot.com/2020/01/instalaciones-de-gas-domestico.html>
- Solano De la Torre, F. J. (2018). *Propuesta de mejora para disminuir los niveles de pérdida en el despacho de gas licuado de petróleo en la estación de bombeo y*

- almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP) El Chorrillo*. 106.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28349>
- Sopeña, J. E. L. (2001). *Manual de instalaciones de GLP*. 299.
https://ingemecanica.com/cursos/objetos/Manual_GLP_Cepsa.pdf
- Tapia, E. (2018). El complejo de gas de Monteverde opera al 38% de su capacidad total.
Diario El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/complejo-gas-monteverde-barcos-flopec.html>
- TextosCientificos.com. (2014). *Procesamiento de GLP por refrigeración*.
<https://www.textoscientificos.com/petroleo/gas-licuado-petroleo/procesamiento-por-refrigeracion>
- Vargas Manrique, M., & Yepes Guzmán, J. (2020). *Diseñar una planta de tratamiento de gas, mediante el software Aspen Hysis para el aprovechamiento del gas producido en Campo Tello*. Universidad de América.
- Venegas Vásconez, D. F., Ayabaca Sarria, C., Celi Ortega, S., Rocha Hoyos, J., & Mena Mena, E. (2018). Factores para seleccionar tuberías de conducción de gas licuado de petróleo en el Ecuador. *Ingenius*, 19, 51–59.
<https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.05>
- Vera Grunauer, X. (2021). *Balance Energético Nacional 2021* (1era edición).
https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energético_Nacional_2021-VF_opt.pdf
- Villafuerte, E. (2020). *NFPA 58-2020: Código de Gas Licuado de Petróleo – GLP*.
Sistemas de Prevención y Protección Contra Incendio.
<https://eduardovillafuerteblog.wordpress.com/2020/12/07/nfpa-58-2020-codigo-gas-licuado-de-petroleo-glp/>
- Villamizar, D. A. (2019). *Evaluación Integral de Alternativas para el uso del Gas de Teas en el Sector Petrolero Colombiano* [Universidad Industrial de Santander].
<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/128cfe76-4234-46c1-9be1-d32d1c675f49/content>
- Wikimedia. (2023). Quemado en antorcha. In *Wikipedia* (2023rd ed.).
https://es.wikipedia.org/wiki/Quemado_en_antorcha

ANEXOS

Balances Mensuales Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre.

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR	DIFERENCIA	PORCENTAJE %
				TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 21/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	MAYO 29-31/2022	01-03/06/2022	22,416.224	22,393.528	-22.696	-0.10 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 22/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	JUNIO 04-06/2022	06-07/06/2022	22,416.569	22,378.991	-37.578	-0.17 MENOS RECIBIDO
LPG/C PARTHIA IMPORT EP PET 23/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	JUNIO 12-14/2022	16-17/06/2022	22,228.784	22,187.400	-41.384	-0.19 MENOS RECIBIDO
LPG/C PARTHIA IMPORT EP PET 24/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	JUNIO 19-21/2022	21-22/06/2022	22,207.366	22,156.226	-51.140	-0.23 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				89,268.943	89,116.145	-152.798	-0.17 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR	DIFERENCIA	PORCENTAJE %
				TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 25/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	JUNIO 26-28/2022	01-03/07/2022	22,297.185	22,245.370	-51.815	-0.23 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 26/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	JULIO 03-05/2022	02/07/2022 07-08/07/2022	22,297.460	22,268.668	-28.792	-0.13 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 27/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	JULIO 10-12/2022	13-14/07/2022	22,392.323	22,353.226	-39.097	-0.17 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 28/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	JULIO 17-19/2022	20-21/07/2022	22,365.742	22,313.274	-52.468	-0.24 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHOR EXPLORER IMPORT EP PET 28/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	JULIO 23-25/2022	26-27/07/2022	22,131.789	22,091.262	-40.527	-0.18 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				111,484.499	111,271.800	-212.699	-0.19 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	DIFERENCIA TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	PORCENTAJE %
LPG/C MATTERHOR EXPLORER IMPORT EP PET 30/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	JULIO 29-31/2022	01-02/08/2022	22,131.819	22,108.647	-23.172	-0.10 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 31/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	AGOSTO 08-10/2022	11-12/08/2022	22,584.611	22,537.017	-47.594	-0.21 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 32/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	AGOSTO 14-16/2022	15-16/08/2022	22,578.709	22,529.042	-49.667	-0.22 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHOR EXPLORER IMPORT EP PET 33/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	AGOSTO 21-23/2022	23-24/08/2022	22,401.671	22,348.496	-53.175	-0.24 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHOR EXPLORER IMPORT EP PET 34/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	AGOSTO 28-30/2022	28-29/08/2022	22,402.005	22,369.497	-32.508	-0.15 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				112,098.815	111,892.699	-206.116	-0.18 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	DIFERENCIA TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	PORCENTAJE %
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 35/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	SEPTIEMBRE 01-03/2022	05-06/09/2022	22,236.488	22,210.694	-24.794	-0.11 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 36/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	SEPTIEMBRE 07-09/2022	10-11/09/2022	22,228.802	22,182.228	-46.574	-0.21 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 37/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	SEPTIEMBRE 16-18/2022	19-20/09/2022	22,343.310	22,294.972	-48.338	-0.22 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 38/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	SEPTIEMBRE 23-25/2022	24-25/09/2022	22,350.821	22,318.910	-31.911	-0.14 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				89,158.421	89,006.804	-151.617	-0.17 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	DIFERENCIA TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	PORCENTAJE %
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 39/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	SEPTIEMBRE 28-30/2022	01-02/10/2022	22,365.992	22,327.550	-38.442	-0.17 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 40/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	OCTUBRE 06-08/10/2022	07-08/10/2022	22,398.727	22,364.771	-33.956	-0.15 MENOS RECIBIDO
LPG/C G. FOREVER IMPORT EP PET 41/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	OCTUBRE 14-16/2022	15-16/10/2022	22,441.936	22,396.698	-45.238	-0.20 MENOS RECIBIDO
LPG/C G. FOREVER IMPORT EP PET 42/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	OCTUBRE 20-22/2022	20-22/10/2022	22,443.876	22,392.482	-51.394	-0.23 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 43/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	OCTUBRE 27-29/2022	29-30/10/2022	24,390.336	24,336.232	-54.104	-0.22 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				114,040.867	113,817.733	-223.134	-0.20 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	DIFERENCIA TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	PORCENTAJE %
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 44/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	NOVIEMBRE 02-04/2022	02-04/11/2022	20,774.850	20,730.843	-44.007	-0.21 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 45/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	NOVIEMBRE 09-11/2022	14-15/11/2022	20,893.397	20,853.159	-40.238	-0.19 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 46/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	NOVIEMBRE 16-18/2022	18-19/11/2022	20,892.535	20,852.972	-39.563	-0.19 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 47/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	NOVIEMBRE 22-24/2022	25-27/11/2022	21,015.336	20,975.051	-40.285	-0.19 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 48/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	NOVIEMBRE 25-27/2022	28/11/2022 (PRIMERA PARCELA) 29-30/11/2022 (SEGUNDA PARCELA)	22,224.074	22,190.288	-33.788	-0.15 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				105,800.192	105,602.311	-197.881	-0.19 MENOS RECIBIDO

IMPORTACIONES GLP EN MONTEVERDE, SANTA ELENA - ECUADOR							
DIFERENCIAS VOLUMÉTRICAS							
BUQUE	CONSIGNADOR / CONSIGNATARIO	VENTANA DE DESCARGA	FECHA DE DESCARGA	TOTAL DESCARGADO BUQUE IMPORTADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	TOTAL RECIBIDO EL TERMINAL MONTEVERDE EP PETROECUADOR TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	DIFERENCIA TONELADAS MÉTRICAS (VACÍO)	PORCENTAJE %
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 49/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	DICIEMBRE 05-07/2022	09-10/12/2022	22,200.816	22,156.003	-44.813	-0.20 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 50/22	TRAFIGURA PTE LTD / EP PETROECUADOR	DICIEMBRE 12-14/2022	09-11/12/2022	8,320.740	8,303.367	-17.373	-0.21 MENOS RECIBIDO
LPG/C MATTERHORN EXPLORER IMPORT EP PET 51/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	DICIEMBRE 12-14/2022	13-14/12/2022	14,220.145	14,195.106	-25.039	-0.18 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 52/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	DICIEMBRE 18-20/2022	23-25/12/2022	19,321.502	19,285.414	-36.088	-0.19 MENOS RECIBIDO
LPG/C DOM EXPLORER IMPORT EP PET 53/22	UNLIMITED CORPORATIONS BUSINESS CORP. / EP PETROECUADOR	DICIEMBRE 25-27/2022	23-24/12/2022 (PRIMERA PARCELA) 27-28/12/2022 (SEGUNDA PARCELA)	22,326.326	22,283.335	-42.991	-0.19 MENOS RECIBIDO
TOTAL EP PETROECUADOR				86,389.529	86,223.225	-166.304	-0.19 MENOS RECIBIDO