

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS
LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN
UNA PLANTA ENVASADORA – PADRE ABAD – UCAYALI”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

BACHILLER: GÓMEZ SILVA CARLOS ANDRÉS

BACHILLER: TOMAYQUISPE LLAMOCCA JESÚS

Callao, 2021

PERÚ

ELISEO PAEZ APOLINARIO
INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA
Reg CIP N° 19569

(Resolución N°019-2021-C.U. del 20 de enero de 2021)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 056, ACTA N° 030 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 23 días del mes Mayo, del año 2021, siendo las 17.30 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/nqn-npve-juc>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|--------------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Guerrero Roldán, Félix Alfredo | : | Presidente |
| ▪ Dr. Mamani Calla, Pablo | : | Secretario |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa, Adolfo Orlando | : | Miembro |
| ▪ Mg. Paez Apolinario, Eliseo | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **GÓMEZ SILVA CARLOS ANDRÉS**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánica sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN UNA PLANTA ENVASADORA – PADRE ABAD - UCAYALI"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)** la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 18:30 horas del día 23 del mes y año en curso.



Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente de Jurado



Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Miembro de Jurado



Dr. Pablo Mamani Calla
Secretario de Jurado



Mg. Eliseo Paez Apolinario
Asesor

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS
LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN
UNA PLANTA ENVASADORA – PADRE ABAD – UCAYALI”**

DEDICATORIA

Carlos; a mis padres: Elías y Rosa

Por su comprensión, amor, apoyo y esfuerzo en estos años porque me enseñaron a ser perseverante y dedicado en la vida, para seguir con mis objetivos y llegar a hacer profesional que me convertido hoy, a ustedes se lo dedico.

Jesús; a mis padres:

Quienes tuvieron un gran protagonismo e importancia en mi formación profesional con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba, a mis hermanos que siempre estuvieron motivándome y ayudándome en todo momento hasta donde sus alcances lo permitían, es de ustedes este gran logro.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por guiarme a lo largo de mi camino en esta vida y bendecirme con sabiduría para afrontar momentos de debilidad y angustia.

A mi Universidad

Porque me forma en la vida profesional, brindándome la educación ingenieril necesaria en conjunto con mis profesores que hicieron posible con sus sabias enseñanzas, la materialización de la presente investigación y el cumplimiento de este sueño, a ustedes les doy las gracias.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	7
1.2 Formulación del Problema	8
1.2.1 Problema General	8
1.2.2 Problema Específicos	8
1.3 Objetivos	9
1.3.1 Objetivo General	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 Limitantes de la Investigación	9
1.4.1 Teórico	9
1.4.2 Temporal	9
1.4.3 Espacial	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes Nacionales e Internacionales	10
2.1.1 Antecedentes Internacionales	10
2.1.2 Antecedentes Nacionales	10
2.2 Bases Teóricas	11
2.3 Conceptuales	13
2.3.1 Planta Envasadora	13
2.3.2 Gas Licuado de Petróleo	14
2.3.3 Cadena de Comercialización	16
2.3.4 Trasiego	17
2.3.5 Tanques de Almacenamiento	17
2.4 Definición de Términos Básicos	20
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	26
3.1 Hipótesis	26
3.1.1 Hipótesis General	26
3.1.2 Hipótesis Específicas	26

3.2	Definición Conceptual de Variables	26
3.2.1	Operacionalización de las variables	26
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	28
4.1	Tipo y Diseño de Investigación	28
4.2	Método de Investigación	28
4.3	Población y Muestra.....	29
4.4	Lugar de Estudio	30
4.5	Técnicas e Instrumentos para la recolección de la Información	30
4.6	Análisis y Procesamiento de Datos	32
V.	RESULTADOS	34
5.1	Resultados Descriptivos	34
5.1.1	Estudio de Mercado.....	34
5.1.2	Instalaciones Electromecánicas	35
5.1.3	Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento (Capacidad)	36
5.1.4	Cálculo de Espesor del Cuerpo del Tanque y las Tapas (cabezas)	38
5.1.5	Válvulas del Tanque de Almacenamiento.....	39
5.1.6	Instalaciones de GLP.....	39
5.1.7	Bomba de GLP	40
5.1.8	Motor para la bomba.....	40
5.1.9	Accesorios.....	40
5.1.10	Instalaciones de llenado	41
5.1.11	Plataforma de envasado de Balones	42
5.1.12	Sistema Contra Incendios	42
5.2	Resultados Inferenciales.....	51
5.2.1	Evaluación Económica Financiera	51
5.2.2	Inversión fija.....	51
5.2.3	Mano de Obra y sueldos.....	52
5.2.4	Estructuras de precios	52
5.2.5	Capital de trabajo.....	53
5.2.6	Financiamiento.....	53
5.2.7	Costo de Oportunidad.....	54
5.2.8	Depreciación	55
5.2.9	Ingresos	56
5.2.10	Flujo de caja proyectado.....	58
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	63

6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	65
6.2.1	Internacional	65
6.2.2	Nacional	66
	CONCLUSIÓN.....	68
	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	ANEXOS.....	71
	Anexo 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	72
	Anexo 2 – MEMORIA DESCRIPTIVA.....	73
1.	UBICACIÓN	73
2.	ARQUITECTURA.....	73
3.	INSTALACIONES SANITARIAS	73
4.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	74
5.	DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS AL INTERIOR DE LA PLANTA ENVASADORA	74
6.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	75
6.1.	OBJETIVOS DEL EIA	75
6.2.	BASE LEGAL	76
6.3.	METODOLOGÍA.....	76
6.4.	PLAN DE CONTINGENCIAS.....	77
6.4.1.	Objetivos.....	77
6.4.2.	Acciones a tomar en caso de incendio	77
7.	ESTUDIO DE RIESGOS	78
7.1.	ANÁLISIS DE POSIBLES ESCENARIOS DE EMERGENCIA	78
7.1.1.	Zona del tanque estacionario.....	78
7.1.2.	Zona de trasiego del camión cisterna al tanque estacionario	78
7.1.3.	Plataforma de llenado y almacenamiento de cilindros	79
8.	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	79
8.1.	SEGURIDAD INDUSTRIAL	80
8.1.1.	Agentes Físicos	80
8.1.2.	Agentes Químicos	80
8.2.	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE SEGURIDAD	80
8.2.1.	Seguridad por criterios de ubicación.....	80
8.2.2.	Avisos de seguridad	80
8.2.3.	Identificaciones.....	81
8.2.4.	Equipos de Protección	82

9. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	83
Anexo 3 – Matriz Morfológica	84
Anexo 4 – Catálogos.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1 PROPIEDADES DEL GLP	15
TABLA 2. 2 DISPONIBILIDAD DE GLP A NIVEL NACIONAL	156
TABLA 3. 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
TABLA 4. 1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	31
TABLA 4. 2 LISTA DE REQUERIMIENTOS	32
TABLA 5. 1 ANÁLISIS POBLACIONAL	34
TABLA 5. 2 VENTA DE BALONES AL DÍA POR DISTRIBUIDOR	35
TABLA 5. 3 VENTA DE BALONES AL MES	35
TABLA 5. 4 ESPESORES DE ACERO MÍNIMO - TANQUES HORIZONTALES	37
TABLA 5. 5 ITERACIÓN DE RADIO Y DIÁMETRO PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	38
TABLA 5. 6 CARACTERÍSTICAS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	38
TABLA 5. 7 PROPIEDADES DEL ACERO, GEOMETRÍA Y ENSAYOS	38
TABLA 5. 8 ESPESOR DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	39
TABLA 5. 9 ACCESORIOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	39
TABLA 5. 10 ACCESORIOS DEL SISTEMA	40
TABLA 5. 11 INVERSIÓN FIJA	51
TABLA 5. 12 SUELDOS	52
TABLA 5. 13 PRECIO DE VENTA	52
TABLA 5. 14 PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	53
TABLA 5. 15 RETORNO DE CAPITAL	53
TABLA 5. 16 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	54
TABLA 5. 17 COSTO DE OPORTUNIDAD	55
TABLA 5. 18 DEPRECIACIÓN	56
TABLA 5. 19 VENTA DE GALONES MENSUALES	56
TABLA 5. 20 PROYECCIÓN DE INGRESOS ANUALES	577
TABLA 5. 21 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	58
TABLA 5. 22 INVERSIÓN FIJA	5961
TABLA 6. 1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GLP	63

TABLA 6. 2 LÍNEA DE TRASIEGO	63
TABLA 6. 3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP	64
TABLA 6. 4 LÍNEA DE LLENADO	64
TABLA 6. 5 PLATAFORMA DE LLENADO.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 PORCENTAJE NACIONAL DE HOGARES CONSUMIDORES DE GLP	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 2. 1 CADENA DE COMERCIALIZACIÓN	16
FIGURA 2. 2 CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DETALLADA.....	17
FIGURA 2. 3 TANQUE ENTERRADO	18
FIGURA 2. 4 TANQUE SEMIENTERRADO	189
FIGURA 2. 5 TANQUE SUPERFICIAL	19
FIGURA 4. 1 CAJA NEGRA	29
FIGURA 4. 2 CAJA BLANCA	29
FIGURA 4. 3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PADRE ABAD - UCAYALI.....	30
FIGURA 4. 4 DISEÑO ESQUEMÁTICO	33
FIGURA 4. 5 DIAGRAMA LÓGICO PARA PROCESAMIENTO DE DATOS.....	33
FIGURA 5. 1 TANQUE SUPERFICIAL	36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo para su Comercialización en una Planta Envasadora – Padre Abad – Ucayali”, Tuvo como propósito diseñar un sistema de abastecimiento de GLP para satisfacer la demanda en Padre Abad – Ucayali y zonas aledañas, para ello fue necesario realizar un estudio de mercado para poder determinar el dimensionamiento y selección de los componentes del sistema de abastecimiento del gas licuado de petróleo; para la selección de la línea de trasiego y la línea de llenado nos regimos en cumplimiento de la normativa ASME/ANSI B31.3, B31.4 y el DS – N.º 027-94-EM, además para el diseño del tanque de almacenamiento consideramos la normativa UL – 142 en concordancia con la normativa internacional ASME Sección VIII División I, finalmente seleccionar los accesorios de la plataforma de envasado cumpliendo con las normativas NFPA y el DS 027 – EM (reglamento de seguridad para la instalación y transporte de GLP).

El tipo de investigación es de tipo tecnológica con un diseño descriptivo simple ya se recoge información actualizada sobre el objeto de investigación. El método utilizado es el analítico – lógico deductivo con enfoque sistémico, por otro lado, la presente investigación considero como población y muestra al sistema de abastecimiento de gas licuado de petróleo, existentes en otras plantas de envasado y las técnicas utilizada para la recolección de información fue la documental, se puedo recabar información por diferentes instrumentos como, fichas bibliográficas, técnicas, electrónicas y tesis donde pueda existir antecedentes del problema objeto de estudio.

Palabras Clave: Sistema, Abastecimiento, Gas, Comercialización, Planta, Licuado, Envasadora.

ABSTRACT

The present research work entitled "Design of the Liquefied Petroleum Gas Supply System for its Commercialization in a Packaging Plant - Padre Abad - Ucayali", Its purpose was to design a LPG supply system to satisfy the demand in Padre Abad - Ucayali and surrounding areas, for this it was necessary to carry out a market study to determine the dimensioning and selection of the components of the liquefied petroleum gas supply system; for the selection of the transfer line and the filling line we are governed in compliance with the ASME / ANSI B31.3, B31.4 and DS - No. 027-94-EM standards, in addition to the design of the storage tank. storage we consider the UL - 142 standard in accordance with the international standard ASME Section VIII Division I, finally selecting the accessories of the packaging platform complying with the NFPA regulations and the DS 027 - EM (safety regulations for the installation and transport of LPG)

The type of research is of a technological type with a simple descriptive design and up-to-date information about the research object is collected. The method used is the analytical-logical deductive with a systemic approach, on the other hand, the present investigation considered as population and shows the supply system of liquefied petroleum gas, existing in other bottling plants and the techniques used for the collection of information It was the documentary, information can be collected by different instruments such as bibliographic, technical, electronic files and theses where there may be antecedents of the problem under study.

Key Words: System, Supply, Gas, Marketing, Plant, Liquefied, Packaging.

INTRODUCCIÓN

El gas licuado de petróleo es la principal fuente de energía de la mayoría de hogares peruanos; es utilizado principalmente en cocinas y hornos; para la iluminación en menor proporción, para las termas y últimamente se está utilizando como combustible para los vehículos motorizados por lo cual la industria del GLP está entrando en proceso de crecimiento ya que la situación de la electricidad por el GLP trae como consecuencia directa un ahorro significativo de dinero por el bajo costo que representa este combustible.

La importancia del uso de GLP radica en que al ser un combustible gaseoso tiene una combustión casi completa, por lo cual contamina en mínima cantidad el ambiente, además al ser usado en los hogares como fuente de energía se ayuda a preservar el ambiente ya que evita de talar árboles para la producción de leña y carbón y a la reduce el consumo de petróleo y el kerosene los cuales contaminan en mayor proporción el medio ambiente.

En la actualidad el GLP obtenido de las refinerías y en algunos casos importados por la Asociación de Empresas Envasadoras de Gas (ASEEG) del país es transportado a través de camiones tanque a las plantas envasadoras donde se realiza el envasado de los cilindros de GLP en sus diferentes presentaciones, para ser distribuidos en todos los hogares del país, sin embargo no todas las envasadoras cumplen con las normas de seguridad requerida por el Ministerio de Energía y Minas y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) generando un peligro tanto para los trabajadores como para los vecinos principalmente porque el GLP es un producto altamente inflamable.

Por este motivo el presente trabajo tiene por objetivo Diseñar un Sistema de Abastecimiento de GLP para una Planta Envasadora en Padre Abad – Ucayali, sintetizando las normas nacionales e internacionales, así como la seguridad y el impacto ambiental.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La comercialización de gas licuado de petróleo (en adelante, "GLP") envasado (coloquialmente conocida como venta de balones de gas) está plagado de informalidad e ilegalidad en donde los actores que participan en este mercado no cumplen, con las exigencias de calidad, técnicas y de seguridad que disponen las normas de la materia¹.

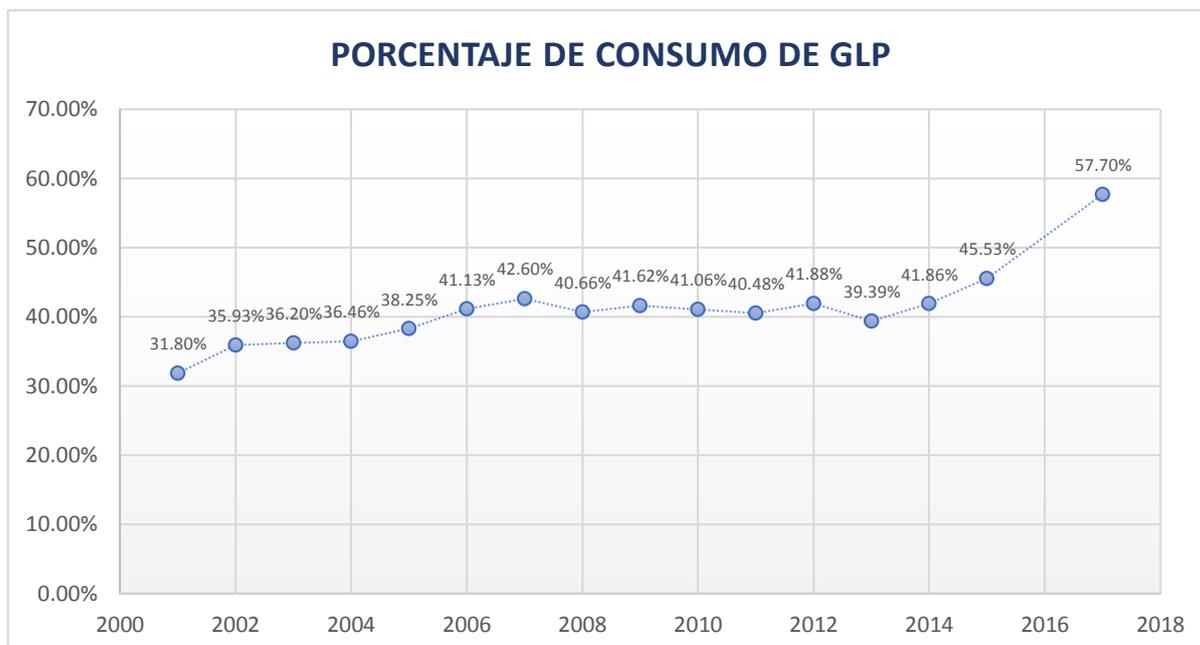
La gravedad de este problema se puede evidenciar con los siguientes datos estadísticos: (i) la informalidad e ilegalidad supera el 50%, (ii) existen más de 3.3 millones de cilindros de GLP adulterados, (iii) el Estado deja de percibir más de S/ 100 millones en impuestos; y, (iv) los informales e ilegales ganan entre el 10% y 12% del precio que pagamos los consumidores.

En el 2018 se consumieron más de 1 millón de toneladas de GLP en todo el Perú. De esta cantidad, aproximadamente 8 millones de hogares consumen GLP envasado. Así pues, el consumidor juega un papel importante en este mercado porque es quien contribuye a que la informalidad e ilegalidad se mantenga, adquiriendo GLP en cilindros de empresas irregulares y además exponiéndose a riesgos que puede evitar si está debidamente informado.

De acuerdo a los datos estadísticos del INEI el consumo de GLP en el año 2001 solo el 31.8% de la población consumía GLP, la tendencia es creciente dado que para el 2017 el 57.7% de la población consumía GLP en sus hogares y se estima que la demanda siga creciendo, la Figura 1 nos explica a detalle esta tendencia en porcentaje al total de la población.

¹ Los datos estadísticos han sido obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, de OSINERGMIN y de la Sociedad Peruana de Gas Licuado. Asimismo, estos datos están actualizados al 6 de junio de 2019, fecha en la que se culminó la elaboración del presente artículo.

FIGURA 1. 1 PORCENTAJE NACIONAL DE HOGARES CONSUMIDORES DE GLP



Fuente: INEI 2018. Consumidores de GLP

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo diseñar el Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo que permitirá su comercialización en una planta envasadora - Padre Abad - Ucayali?

1.2.2 Problema Específicos

- a. ¿Cómo diseñar la línea de trasiego y componentes para abastecer de GLP al Tanque de Almacenamiento?
- b. ¿Cómo diseñar el Tanque de Almacenamiento de GLP para su transporte a través de la Línea de Llenado?
- c. ¿Cómo diseñar la Línea de Llenado de GLP para su distribución en el Manifold?
- d. ¿Cómo seleccionar los componentes de la Plataforma de Envasado de GLP que permita garantizar la capacidad de carga de los balones de comercialización?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar el Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo que permita su comercialización en una planta envasadora – Padre Abad – Ucayali.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Diseñar la Línea de Trasiego y Componentes para abastecer de GLP al Tanque de Almacenamiento.
- b. Diseñar el Tanque de Almacenamiento de GLP para su transporte a través de la Línea de Llenado.
- c. Diseñar la Línea de Llenado de GLP para su distribución en el Manifold.
- d. Seleccionar los componentes de la Plataforma de Envasado de GLP que permita garantizar la capacidad de carga de los balones de comercialización.

1.4 Limitantes de la Investigación

1.4.1 Teórico

Esta presente investigación está limitada bajo las teorías de la mecánica de fluidos y resistencia de materiales, teniendo como sustancia operante el Gas Licuado de Petróleo, así mismo la presión de diseño para los diferentes cálculos no será menor a 250 psi.

1.4.2 Temporal

La presente investigación está condicionada por un límite de tiempo de competencia, con el fin de satisfacer y beneficiar a la población de Padre Abad - Ucayali, además que el diseño se basa en las condiciones actuales de mercado.

1.4.3 Espacial

La presente investigación tiene un límite espacial, debido a que dependerá únicamente del espacio disponible que se cuente en la provincia de Padre Abad – Ucayali, en el cual se desarrolle el diseño.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales e Internacionales

De acuerdo a (Espinoza Montes, 2010, pág. 86), viene a ser una revisión de los estudios anteriores sobre el problema y el grado de desarrollo alcanzado por el objeto de investigación de nuestra realidad.

En la recopilación de información en el Diseño de Sistemas de Abastecimiento en Plantas Envasadoras de Gas Licuado de Petróleo, se encontró la siguiente información:

2.1.1 Antecedentes Internacionales

(Descalzi, 2008); en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, “Planta de GLP – Camuzzi Gas” – ITBA (Instituto Tecnológico de Buenos Aires – Universidad Privada), esta investigación nos dio las pautas para el estudio de mercado, sobre todo del mercado del GLP tanto cualitativamente como cuantitativamente, como el estudio de ingeniería que se realizó una descripción para la localización de la planta.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

(Monge Talavera, 2002); en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, “Proyecto de Instalación de una planta de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Arequipa” - UNMSM, esta investigación sirvió como guía para realizar el enfoque más por el estudio del mercado y de los impactos ambientales y de seguridad que se necesita al desarrollar el diseño.

(Díaz Grattelly, 2009), en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico, “Proyecto de Instalación de una planta de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Tingo María” - UNMSM, esta investigación sirvió como guía para realizar el diseño de la planta envasadora de gas licuado de petróleo para la ciudad de Aguaytía, y mejorar las condiciones de diseño, seguridad y medio ambiente para el lugar de operación de esta planta.

(Igredda Cámac, 2017), en su Tesis de grado para obtener el título de Economista, “Implementación de una planta envasadora de gas licuado

de petróleo en la provincia de Huancayo” - Universidad Continental, esta investigación sirvió como guía para realizar el enfoque más por el estudio de la formulación y evaluación de un proyecto, desarrollando su análisis más de costo beneficio en el comercio del GLP.

2.2 Bases Teóricas

Las bases teóricas son elementos que permite sustentar el camino a seguir en todo trabajo científico de una investigación, para iniciar, continuar, extraer la teoría que permita respaldar la tesis, es por esto que para el desarrollo de la presente investigación fue necesaria la aplicación de las teorías del comportamiento del flujo interno en los tratados de Mecánica de Fluidos compresibles, debido a que estudia las leyes del movimiento de los fluidos y sus procesos de interacción con los cuerpos sólidos, como es el caso de un Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo a diseñar.

Así mismo el estudio de este fenómeno, se encuentra ubicado dentro de las teorías de la Mecánica de Fluidos, tanto en la hidrodinámica que estudia a los fluidos en movimiento, así como la hidrostática que nos da un soporte para entender las líneas de energía en las tuberías de trasiego, llenado y tanque de almacenamiento de GLP. Por lo que será necesario contar con sólidos conocimientos de:

Presión

Según (Mott & Untener, 2015, pág. 3), la presión se define como la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie. Se enuncia por medio de la ecuación:

$$P_{Lim \Delta A \rightarrow 0} = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Donde:

F = Fuerza (kg x m/s²)

A = Área (m²)

P = Presión (Pa) esfuerzo normal

Medición de la Presión

Según (Mott & Untener, 2015, pág. 39), al realizar cálculos relacionados con la presión en un fluido, se debe (Cengel & Cimbala, 2006)ben realizar las mediciones con respecto a alguna presión de referencia.

Por lo general, la presión de referencia es la presión atmosférica y la presión medida resultante se denomina presión manométrica.

La presión medida en relación con un vacío perfecto se llama presión absoluta.

Es importante saber la diferencia y su conversión entre estas dos formas de medir la presión y que sea capaz de convertir una de otra. Una simple ecuación relaciona los dos sistemas de medición de presión:

$$P_{abs} = P_{man} + P_{atm}$$

Donde:

P_{abs} = Presión absoluta (Pa)

P_{man} = Presión manométrica (Pa)

P_{atm} = Presión atmosférica (Pa)

Líneas y tubos de corriente

Según (Cengel & Cimbala, 2006, pág. 129), *una línea de corriente es una curva que, en todas partes, es tangente al vector velocidad local instantáneo.*

Las líneas de corriente son útiles como indicadores de la dirección instantánea del movimiento del fluido en todo el campo del flujo.

Por otra parte, según (Cengel & Cimbala, 2006, pág. 130), los tubos de corriente constan de un haz de corriente, de forma muy semejante en la que un cable de comunicaciones consta de un haz de cables de fibras ópticas.

El fluido se encuentra dentro de un tubo de corriente debe permanecer allí y no puede cruzar la frontera de este.

Rapidez de flujo fluido

Denominamos rapidez de flujo fluido a la cantidad de sustancia operante que fluye a través de una sección por unidad de tiempo, la cual puede ser expresada de la siguiente manera:

2.3 Conceptuales

El marco conceptual es una parte importante en el desarrollo de toda investigación, debido a que expone los conceptos involucrados del problema objeto de estudio y sirve de sustento teórico debido a que es avalado por otros investigadores.

2.3.1 Planta Envasadora

Es el establecimiento en el que una empresa envasadora almacena GLP con la finalidad de envasarlo en cilindros. Estas plantas pueden ser operadas por una persona natural o jurídica que necesariamente deberá contar con, entre otros títulos habilitantes, el Registro de Hidrocarburos de Plantas Envasadoras de GLP que administra el OSINERGMIN. Prueba de ello será la emisión de la resolución de inscripción y la ficha de registro. Esta última es el documento que contiene los datos del titular del registro, de la planta, la capacidad de almacenamiento y el número de inscripción. Es importante indicar que, de manera previa a la obtención de este Registro, se debe contar con un Informe Técnico Favorable, que es una opinión de OSINERGMIN sobre la planta que confirma que esta cumple con todas las exigencias normativas.

Por otro lado, el operador de la planta también deberá mantener vigente la póliza de seguro de responsabilidad civil extracontractual señalada en el literal a) de la sección anterior.

Para efectos de este documento, resaltamos algunos aspectos de calidad y seguridad de las plantas envasadoras:

- Contar con equipos necesarios para el control de fugas líquidas o gaseosas.
- No estar ubicadas a una distancia menor a 50 metros de estaciones o subestaciones eléctricas y a menos de 100 metros de establecimientos

públicos como escuelas, hospitales, centros comerciales u otros donde exista concentración de personas.

- Contar con los instrumentos ambientales correspondientes.
- Su personal debe contar con la indumentaria y equipos de protección personal respectivos.
- Tener una balanza exclusiva para comprobar el peso de los cilindros que envasan.
- No contar con talleres que puedan generar chispas o exista la necesidad de hacer uso de fuego abierto.

Actualmente, según el referido Registro, existen 118 plantas envasadoras de GLP a nivel nacional. Como dato interesante, entre Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela suman alrededor de 55 plantas.

Se denomina GLP a la mezcla de hidrocarburos ligeros derivados del petróleo que normalmente son gaseosos a temperatura ambiente y presión atmosférica y que, para su comercialización y transporte, son llevados al estado líquido por aplicación de una presión moderada a temperatura ambiente.

2.3.2 Gas Licuado de Petróleo

El término GLP es usado para referimos a la mezcla de hidrocarburos compuesto fundamentalmente por 56% de propano y propileno y 44% de butano y butileno. Hay que tener en cuenta que su composición puede variar ligeramente dependiendo de su lugar de procedencia.

Las características principales de este producto a comercializar son:

- Más pesado que el aire
- No es tóxico ni venenoso
- Es inodoro e incoloro, por lo que para facilitar su detección se le agrega un odorizante que puede ser Mercaptano o Tetrahidrotiofeno.
- Es altamente inflamable en mezclas con aire de 2-10%.
- Es gaseoso en condiciones ambientales, pero se licua con facilidad al incrementarse la presión.
- Su combustión es completa y no deja residuos.

TABLA 2. 1 PROPIEDADES DEL GLP

Descripción	Propano Comercial	Butano Comercial
Presión de Vapor en Kpa (Presión absoluta) a:		
20°C	1.000	220
40°C	1.570	360
45°C	1.760	385
55°C	2.170	580
Peso específico	0.504	0.582
Punto de ebullición inicial a 1.00 atm de presión, °C	-42	-9
Peso por metro cúbico de líquido a 15.56°C, kg	504	582
Calor específico del líquido, kJ/kg, a 15.56°C	1.464	1.276
Metros cúbicos de vapor de litro de líquido a 15.56°C	0.271	0.235
Metros cúbicos de vapor por kilogramo de líquido a 15.56°C	0.539	0.410
Peso específico del vapor (aire=1) a 15.56°C	1.50	2.01
Temperatura de ignición en aire, °C	439 – 549	482 – 538
Temperatura máxima de llama en aire, °C	1.980	2.008
Límites de inflamabilidad en aire; % de vapor en la mezcla aire-gas		
Inferior	2.15	1.55
Superior	9.60	8.60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición:		
KJ/kg	428	388
KJ/L	216	226
Cantidad de calor total luego de la vaporización:		
KJ/m3	92.430	121.280
KJ/kg	49.920	49.140
KJ/L	25.140	28.100

Fuente: NFPA 58. Edición 2004. Código del Gas Licuado del Petróleo.

TABLA 2. 2 DISPONIBILIDAD DE GLP A NIVEL NACIONAL

Repsol YPF Comercial del Perú	Lima, Callao, km. 16 Autopista Ventanilla 149000 barriles de GLP en 2 esferas semirefrigeradas
Zeta Gas Andino S.A.	Lima, Callao – Mz. MI, Urb. Oquendo 149000 barriles en 6 esferas semirefrigeradas
Lima, Callao – Av. Néstor Gambeta 1265 Refinería La pampilla 55000 barriles	Lima, Callao – Ventanilla km 25 20300 barriles Vopak serlipsa S.A.
Empresas eléctricas de Piura S.A.	Piura, Talara – Carretera Talara Miramar 4327 barriles en 3 tanques horizontales
Aguaytía Energy del Perú S.R.L.	Ucayali, Zona Industrial de Pucallpa 20000 barriles

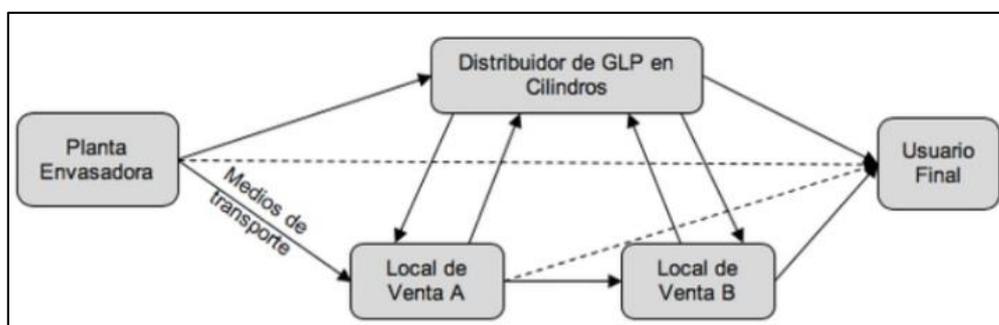
Fuente: (Díaz Grattelly, 2009). Proyecto de instalación de una planta de gas licuado de petróleo en la ciudad de Tingo Maria.

2.3.3 Cadena de Comercialización

El sector hidrocarburos tiene 3 fases: (i) upstream: exploración y explotación, (ii) midstream: transporte; y, (iii) downstream: refino, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización. Como podemos ver, en este caso nos encontramos en el downstream.

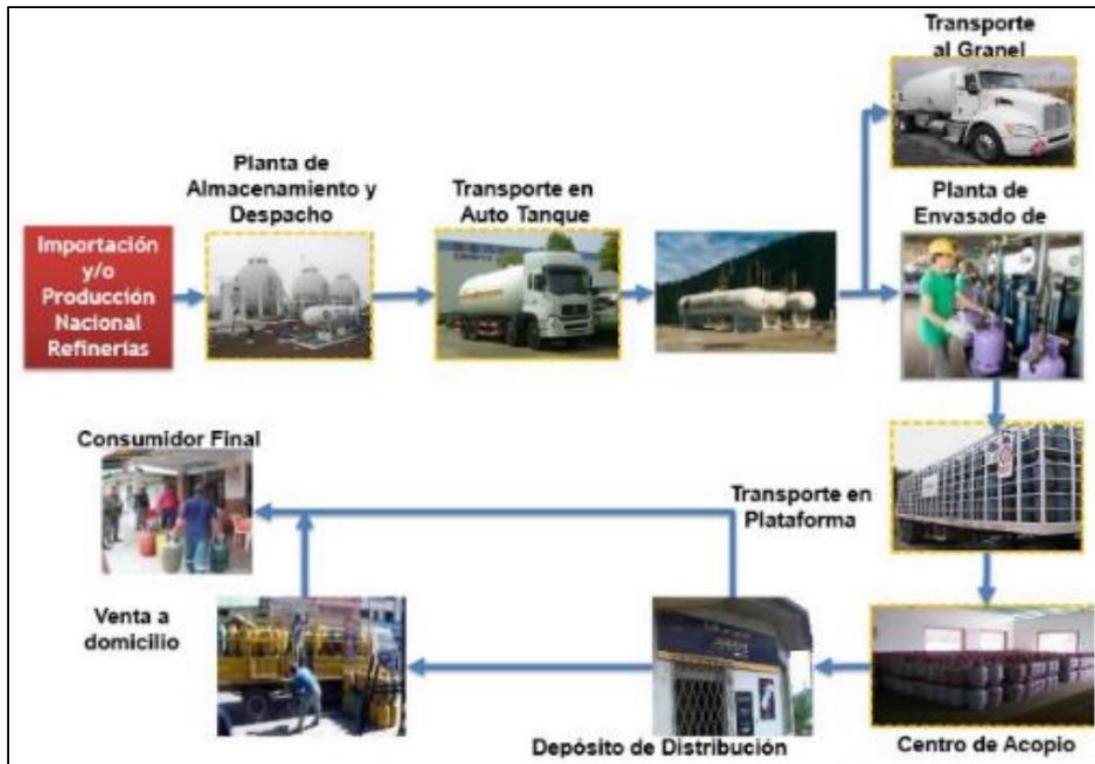
A continuación, sin perjuicio de que puede haber variantes, podemos graficar la cadena de comercialización de GLP envasado de la siguiente manera:

FIGURA 2. 1 CADENA DE COMERCIALIZACIÓN



Fuente: Forseti Revista y Derecho. Año 2019, La comercialización de Gas Licuado de Petróleo (GLP), envasado en el Perú.

FIGURA 2. 2 CADENA DE COMERCIALIZACIÓN DETALLADA



Fuente: (Rea Taris, 2019, pág. 12). Estudio y Diseño de una Estación Centralizada de Gas Licuado de Petróleo “GLP” para el Laboratorio de Fundición de la Universidad Politécnica Saeciana Campus Sur.

2.3.4 Trasiego

Algunas empresas compran GLP a granel, lo transporta en vehículos y almacena en tanques que no cumplen con los estándares de seguridad requeridos, para posteriormente, de manera ilegal, envasarlo en cilindros y de esta manera venderlos a un precio de GLP envasado. Asimismo, también es posible que compren cilindros de determinada capacidad para realizar un trasiego; es decir, sacar el GLP del cilindro con mayor capacidad para luego pasarlo a un cilindro con menor capacidad, lo cual no está permitido y además es muy peligroso.

2.3.5 Tanques de Almacenamiento

Respecto a la ubicación, el DS 027-94-EM (Artículo 13), sobre los tanques de almacenamiento o estacionarios de las plantas envasadoras deberán colocarse dentro de una zona de protección, delimitada por medios de seguridad como cercos, barreras o topes, cuyo diseño y materiales

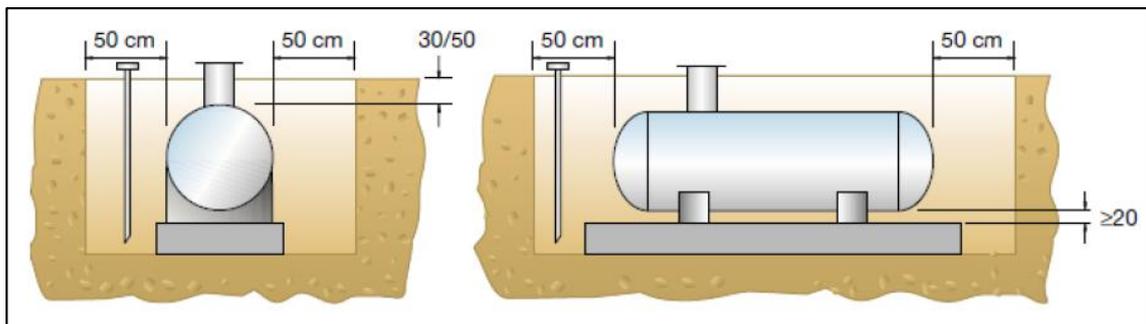
deberán proteger a los tanques, accesorios, máquinas y tuberías contra daños mecánicos que pudiera causar algún vehículo.

DS 027-94-EM (Artículo 14), los tanques estacionarios para el almacenamiento de GLP, se instalarán apoyados sobre dos bases de concreto armado o mampostería.

Los tanques de GLP se deberán colocar en lugares de fácil acceso, de tal manera que el abastecimiento a granel desde cisternas se lleve a cabo de forma segura y ágil, lejos de lugares de tráfico vehicular y de salidas de emergencia. Además, se instalará sobre superficies planas, impermeables y exclusivas.

a. Tanques Enterrados: Estos se encuentran totalmente por debajo del nivel del terreno circundante, la generatriz superior debe estar entre 0.3 y 0.5 m de dicho nivel, como se muestra en la figura 2.3. Estos tanques deben ser asentados sobre una fundición firme y anclada para impedir su flotación. Los tanques deben estar revestidos o protegidos para minimizar la corrosión rodeándose con tierra o arena fina libre de rocas o material abrasivo.

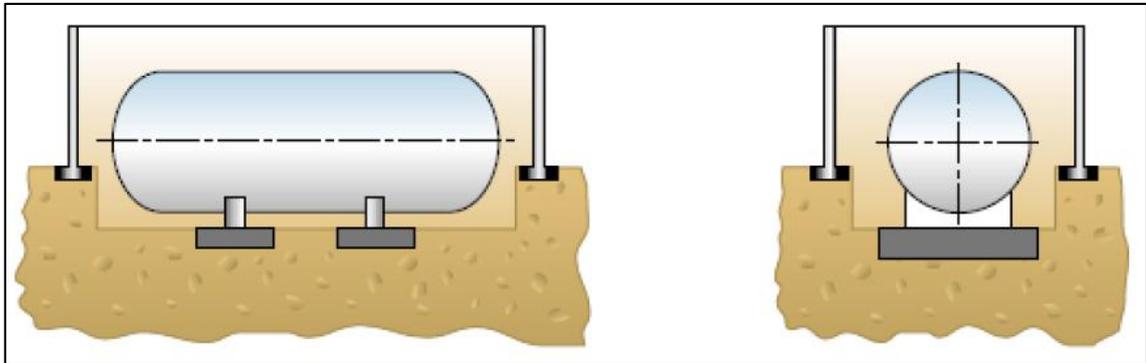
FIGURA 2. 3 TANQUE ENTERRADO



Fuente: (López Sopeña, 2001). Manual de Instalaciones de GLP. CEPISA.

b. Tanque Semienterrados: Aquellos que no se encuentran enterrados, como se muestra en la figura 2.4, pudiéndose ubicar en taludes, terrenos desnivelados en donde o cubre al tanque en su totalidad.

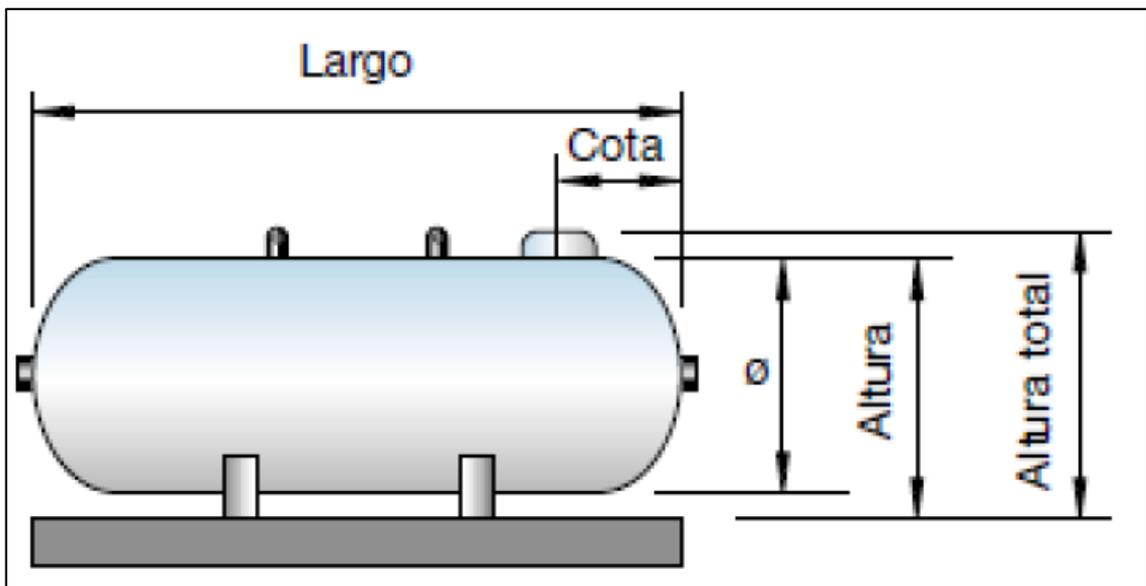
FIGURA 2. 4 TANQUE SEMIENTERRADO



Fuente: (López Sopeña, 2001). Manual de Instalaciones de GLP. CEPESA.

c. Tanque sobre el nivel del terreno: Este debe ser apoyado en bases de hormigón o de acero y ubicado en un área ventilada cuya generatriz inferior se encuentre totalmente sobre el nivel del terreno, como se muestra en la figura 2.5, prohibiendo el acceso a personal no autorizado mediante un cerramiento metálico

FIGURA 2. 5 TANQUE SUPERFICIAL



Fuente: (López Sopeña, 2001). Manual de Instalaciones de GLP. CEPESA.

2.4 Definición de Términos Básicos

Para los propósitos de la presente investigación, se aplican las definiciones establecidas en la NTP 321.120 y las siguientes definiciones, abreviaturas, símbolos y unidades:

Accesorio (fitting): En un sistema de tuberías es usado como un elemento de unión, tal como un codo, una curva de retorno, una “tee”, una unión, un reductor con rosca en sus extremos (“bushing”), una cruz, o una tubería corta con rosca en sus extremos (“nipple”). No incluye elementos tales como válvula o un regulador de presión.

Accesorios de los tanques estacionarios: Dispositivos instalados en las aperturas de los tanques estacionarios para los fines de seguridad, control u operación.

Bomba de GLP: Equipo utilizado para trasvase de GLP líquido de un recipiente a otro utilizando una diferencial de presión para llevar a cabo la transferencia.

Camión Tanque: En el transporte de GLP, es el vehículo automotor equipado con tanque de carga montado sobre su chasis, conformando una sola unidad, con accesorios e instrumentos de seguridad con o son bomba de despacho.

Compresor de gas: Equipo utilizado para presurizar la fase gaseosa a fin de realizar trasvase del GLP líquido de un recipiente a otro, además permite la recuperación del vapor de un recipiente.

Detector de gas: Equipo para la detección de gas permanente de concentraciones peligrosas de vapores de GLP en el ambiente.

Diámetro: Longitud de una línea recta que pasa a través del centro de un círculo y termina en la periferia.

Dispositivo de alivio de presión: Dispositivo diseñado para abrirse, evitando un aumento excesivo de la presión interna del fluido por encima de un valor específico, debido a condiciones de emergencia o anormales.

Dispositivo de cierre por sobrepresión: Dispositivo que corta el fluido de vapor de GLP cuando la presión de salida del regulador alcanza una máxima presión permitida predeterminada.

Dispositivo de prevención de sobrellenado (DPS): Dispositivo de seguridad diseñado para proporcionar un medio automático para evitar que el recipiente sea llenado por encima del límite máximo permitido de llenado.

Drenaje del tanque estacionario: Es la conexión usada para eliminar al exterior los residuos líquidos y sólidos que se asientan en el fondo del tanque, así como el agua utilizada para la prueba de resistencia mecánica.

Gas: Gas licuado de petróleo tanto en el estado líquido como de vapor. Se utilizan los términos más específicos GLP Líquido o vapor de GLP para mayor claridad.

Indicador de Nivel: Es el instrumento que mide el nivel de GLP líquido en el recipiente.

Instalación estacionaria (instalación permanente): Instalación de recipientes, tuberías, equipos de GLP para uso indefinido en una ubicación particular, instalación que normalmente se espera que no cambie de categoría, condición o ubicación.

Línea de carga de GLP al tanque estacionario: Tubería que interconecta la unidad de despacho y el tanque estacionario, tiene por objeto el suministro líquido.

Línea de GLP del tanque al vaporizador: Tubería que conduce el GLP en estado líquido hacia el vaporizador (en caso existiera). Las características son las mismas que la línea líquida.

Línea de retorno de vapor: Tubería que interconecta la unidad de despacho y el tanque estacionario, y que tiene por objeto la compensación de presiones entre ambas unidades de almacenamiento. El GLP contenido se encuentra a altas presiones y en estado gaseoso.

Manómetro: Es el instrumento que mide la presión dentro del recipiente o en algún punto de la instalación.

Medidor fijo de nivel de líquido: Indicador del nivel de líquido que utiliza una válvula de venteo de cierre positivo para indicar que el nivel de líquido de un recipiente que está siendo llenado ha alcanzado el punto mínimo en el cual este indicador se comunica con el nivel líquido en el interior del recipiente.

Medidor fijo del nivel máximo de líquido: Medidor fijo del nivel de líquido que indica el nivel de líquido en el cual el recipiente está lleno hasta su límite de llenado máximo permitido.

Medidor flotante: Medidor construido con una boya instalada en el interior del recipiente, que flota en la superficie del líquido y transmite su posición a un dispositivo en el exterior del recipiente, indicando el nivel del líquido.

Medidor rotatorio: Indicador del nivel de líquido variable, que consiste en una pequeña válvula de venteo de cierre positivo ubicada en el extremo exterior de un tubo que tiene un extremo curvado en el interior del recipiente. Está equipado con un puntero y un dial externo para indicar el nivel del líquido.

Medidor de tubo deslizante: Indicador del nivel de líquido variable en el cual una válvula de cierre positivo relativamente pequeña está ubicada en el extremo exterior de un tubo recto, normalmente instalado en forma vertical, que se comunica con el interior del recipiente.

Medidor variable del nivel de líquido: Dispositivo que indica el nivel de líquido en un recipiente a lo largo de un intervalo de niveles.

Multiválvulas: Accesorio del tanque de GLP que puede albergar los siguientes elementos:

- Conexión para servicio.
- Indicador de máximo llenado, tubo de profundidad fijo con una válvula de purga, que al despedir gas líquido lo vaporiza y condensa la humedad del aire en forma de neblina, constituyendo está en un aviso visual de que el tanque ha alcanzado su porcentaje máximo de llenado.
- Conexión para manómetro de presión, orificio normalmente de 1/4" NTP según ASME B1.20.1 para permitir la lectura de la presión de GLP del depósito (Orificio N°54).
- Conexión para retorno de vapor.
- Conexión de llenado.
- Válvula de alivio de presión o de seguridad.
- Indicador de nivel.

Presión de máxima descarga: Define el valor de la presión a la cual la válvula de alivio de presión, descarga la capacidad nominal especificada para la válvula.

Máxima presión de trabajo permitida (MAWP, maximum allowable working pressure): La máxima presión a la cual un recipiente a presión puede trabajar. Establecida en el código de recipientes a presión y calderas (ASME BPVC – VIII Boiler and Pressure Vessel Code).

Punto de transferencia del tanque: Es el punto en el cual se entrega GLP al usuario, desde el camión tanque al tanque estacionario de forma directa.

Puesta en servicio: Es la habilitación de la instalación para el suministro de GLP, de manera que permita el adecuado funcionamiento de sus componentes y de los artefactos conectados a ella.

Purga: Eliminación de un fluido no deseado (gaseoso o líquido) en el sistema.

Red de distribución de GLP: Persona natural o jurídica que adquiere el GLP para almacenarlo y distribuirlo mediante redes a consumidores finales.

Regulador de primera etapa: Regulador de presión para el servicio con vapor de GLP, diseñado para reducir la presión del recipiente hasta 69 kPa manométrica (10.0 psi) o menos.

Regulador de alta presión: Regulador de presión para el servicio con GLP líquido o vapor de GLP, diseñado para reducir la presión del recipiente a una presión de salida no menor que 6.9 kPa manométrica (1.0 psi)

Sistema de GLP: Conjunto que consiste en uno o más recipientes, con un medio para llevar GLP desde un recipiente hacia dispositivos surtidores o de consumo, que incorpora componentes para controlar la cantidad, el flujo, la presión o el estado físico (líquido o vapor) del GLP.

Sistema fijo de tuberías: Tuberías, válvulas y accesorios instalados permanentemente en un lugar para conectar la fuente de GLP al equipo que lo utiliza.

Sistema de tuberías: Tubos, tuberías, mangueras y conectores de mangueras, flexibles de goma o metálicos, con válvulas y accesorios que

conforman un sistema completo para llevar GLP en estado líquido o de vapor, a variadas presiones, desde un punto a otro.

Termómetro: Es el instrumento que mide la temperatura existente dentro del recipiente.

Tubo: Producto tubular en el cual, para un tamaño nominal dado, el diámetro externo permanece constante, mientras que cualquier cambio en el espesor de pared (especificado por el número de cédula) es reflejado en el diámetro interior.

Tubería: Producto tubular en el cual el diámetro nominal se relaciona con el diámetro externo.

Válvula de cierre de emergencia: Válvula de cierre que incorpora medios de cierre térmicos y manuales y que también dispone de medios de cierre a distancia.

Válvula de exceso de flujo (o válvula de control de exceso de flujo): Válvula diseñada para cerrarse cuando el líquido o vapor que pasa a través del mismo excede una tasa prescrita de flujo.

Válvula interna de exceso de flujo: Válvula de exceso de flujo construida e instalada de manera tal que los daños a las partes de la válvula que están en el exterior del recipiente no impidan el cierre de la válvula.

Válvula interna: Una válvula de cierre principal que tiene el recipiente, con las siguientes características: (1) El asiento y el disco de asiento permanecen dentro del recipiente, de manera que el daño ocasionado a las partes externas del recipiente o a la brida de unión no evite el sello efectivo de la válvula; (2) La válvula está diseñada para que se le adicione un medio de cierre a distancia y también para el cierre automático cuando el flujo que atraviesa la válvula supera su capacidad de flujo máxima designada o cuando la presión diferencial de actuación de la bomba cae a un valor predeterminado.

Válvula de alivio de presión: Tipo de dispositivo de alivio de presión diseñado tanto para abrirse como cerrarse para mantener la presión interna del fluido.

Válvula interna de alivio de presión de tipo resorte: Válvula de alivio de presión, para uso en tanques estacionarios ASME, que tiene un perfil bajo.

Válvula de llenado: Accesorio que permite el llenado de GLP en fase líquida al tanque estacionario y que posee doble cierre de retención.

Válvula de retorno de vapores: Accesorio por medio del cual se compensan las presiones entre el tanque estacionario y el camión de retención.

Válvula de alivio de presión (Válvula de seguridad): Dispositivo calibrado para inicio de apertura a la presión de diseño del tanque estacionario. Tiene como misión descargar la capacidad de alivio nominal antes que la presión supere el 120% de la presión de inicio de apertura, cerrándose automáticamente cuando la presión de vapor interior del tanque se encuentre por debajo de la presión de inicio de apertura.

Válvula de servicio: Accesorio instalado en el tanque que permite la salida de GLP hacia los puntos de consumo.

Volumen neto del tanque: Es el volumen total menos el volumen superior.

Volumen superior: Para propósitos de diseño, es el espacio dejado en la parte superior de un tanque de almacenamiento y para proveer un margen de seguridad al rebose durante las operaciones de llenado.

Volumen total del tanque: El volumen total geométrico interior de un tanque de almacenamiento.

WOG (wáter, oil and gas): Válvulas para uso en agua, petróleo y gas.

Velocidad de corte o fricción: Es la razón de cambio de la velocidad del fluido y el diámetro de la conducción.

Uniones roscadas: Denominada también como unión desmontable entre dos piezas, una de sección circular alargada cuya rosca helicoidal se encuentra en el exterior (Perno, esparrago) y la otra que funciona como complemento la cual tiene su rosca helicoidal en su interior (tuerca), estas realizan su unión al girar una con respecto de la otra.

Perfiles estructurales: Son barras estructurales utilizadas para la fabricación de estructuras y están determinadas por la forma de su sección transversal perpendicular a su eje, por ejemplo, los perfiles en L, C, T.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El Diseño del Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo permitirá su comercialización en una planta envasadora – Padre Abad – Ucayali.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- a. El diseño de la Línea de Trasiego y Componentes abastecerá de GLP al Tanque de Almacenamiento.
- b. El diseño del Tanque de Almacenamiento de GLP permitirá su transporte a través de la Línea de Llenado.
- c. El diseño de la Línea de Llenado de GLP logrará la distribución en el Manifold.
- d. La Selección de los componentes de la Plataforma de Envasado de GLP permitirá garantizar la capacidad de carga de los balones de comercialización.

3.2 Definición Conceptual de Variables

Variable Independiente

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado Petróleo.

Variable Dependiente

Comercialización en una Planta Envasadora Padre Abad – Ucayali.

3.2.1 Operacionalización de las variables

A continuación, se muestra una tabla con la operacionalización de variables.

TABLA 3. 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE
VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado Petróleo	Línea de Trasiego	-Tipo -Longitud -Diámetro -Accesorios -Bomba de Despacho	-Cedula SCH -Metro -Pulgadas -Singularidades -Carga (m), Capacidad (m ³ /s)
	Tanque de Almacenamiento	-Cimentación -Estructura y componentes -Hermeticidad -Radiografía	-Peso (N) -Presión de Diseño (Pa), Capacidad (m ³) -Presión de Prueba (Pa) -Placa Radiográfica
	Línea de Llenado de GLP	-Tipo -Longitud -Diámetro -Accesorios	-Cedula SCH -Metro -Pulgadas -Singularidades
	Plataforma de Envasado	-Manifold -Componentes -Balanzas	-Capacidad de llenado (m ³) -Singularidades -Bascula calibrada
VARIABLE DEPENDIENTE Comercialización en una Planta Envasadora Padre Abad - Ucayali	Costo de Gas Licuado de Petróleo Envasado	-Costo de GLP	-Recipiente de Carga
		-Costo de Producción	-Horas Hombre -Horas Máquina
		-Costo de Transporte	-Capacidad (m ³)

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y Diseño de Investigación

Investigación de Tipo Tecnológica y Diseño Descriptivo Simple

Según (Espinoza Montes, 2010, pág. 76), “La Investigación Tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad”.

Además, con respecto al Diseño Descriptivo Simple, (Espinoza Montes, 2010, pág. 93), menciona lo siguiente: “Busca recoger información actualizada sobre el objeto de investigación. Sirve para estudios de diagnóstico descriptivo, caracterizaciones, perfiles, etc.

Diagrama: M → O

Donde:

M: Muestra u Objeto donde se realizará el estudio

O: Observación de la muestra.

No podemos suponer las influencias de algunas variables. Nos limitamos a recoger información de la situación actual”

Diagrama: M → O

Donde:

M: Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo.

O: Planta Envasadora.

4.2 Método de Investigación

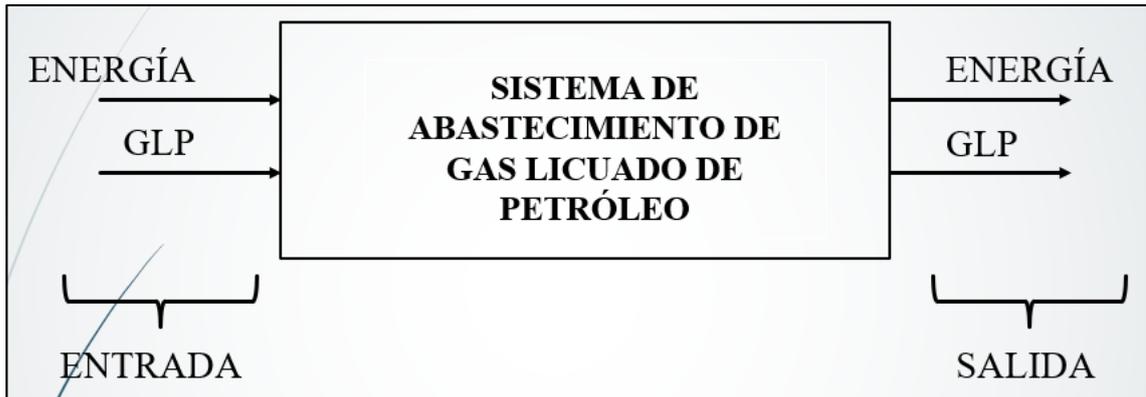
Analítico – Lógico Deductivo con Enfoque Sistémico.

Método Analítico, este método implica el análisis, esto es la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos. Se apoya en que para conocer un fenómeno es necesario descomponerlo en sus partes.

Lógico Deductivo, Consiste en aplicar conocimientos generales en casos particulares, a partir de ciertos enlaces de juicios.

Enfoque Sistémico, el enfoque de sistema afronta el problema en su complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes.

FIGURA 4. 1 CAJA NEGRA



Fuente: Elaboración Propia

ENTRADA:

Energía: Energía Mecánica suministrada por un equipo (Bomba, Compresor)

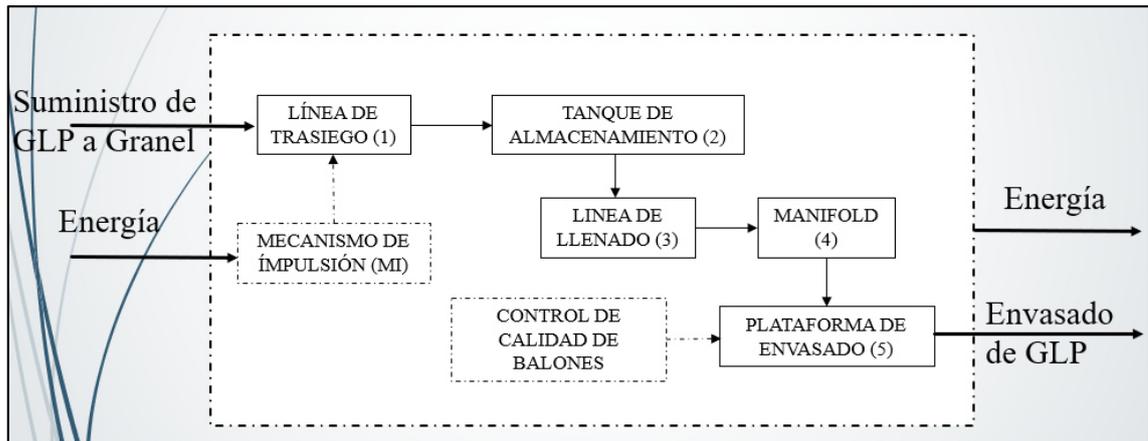
GLP: Suministro a granel (Líquido y Vapor)

SALIDA:

Energía: Energía Cinética

GLP: Envasado (Líquido y Vapor)

FIGURA 4. 2 CAJA BLANCA



Fuente: Elaboración Propia

4.3 Población y Muestra

Según (Hernández Sampieri, 2014, pág. 174), población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones y (Hernández Sampieri, 2014, pág. 173) define como

muestra, el subconjunto del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta.

Población: Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo.

Muestra: Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo.

4.4 Lugar de Estudio

El lugar de estudio para el diseño del Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo será:

Ciudad de Aguaytía - Padre Abad – Ucayali

FIGURA 4. 3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PADRE ABAD - UCAYALI



Fuente: Google Maps

4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de la Información

Según (Espinoza Montes, 2010, pág. 110), una vez definido el diseño de la investigación, será necesario definir *las técnicas de recolección de datos*

para construir o seleccionar los instrumentos que nos permitan obtener datos del objeto de investigación.

Las técnicas de recolección de datos organizan la investigación para obtener el nuevo conocimiento. La técnica desarrolla las siguientes actividades:

- a. Ordenar las etapas de la investigación.
- b. Elaborar los instrumentos de medición.
- c. Efectuar un control de los datos.
- d. Guiar la obtención de conocimientos.

Para la investigación tenemos las siguientes técnicas de recolección de datos con los instrumentos utilizados:

TABLA 4. 1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Técnicas	Instrumentos
Documental	<u>Fichas Bibliográficas:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Normativa Nacional (NTP; DS-EM). • Normativa Internacional (ASME, NTP). • Memorias Descriptivos. • Memorias de Cálculo. • Revistas. • Libros <u>Fichas Técnicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Catálogos. • Certificados de Calidad. <u>Fichas Electrónicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> • INEI. • Registros Poblacional.
Observación Participante	Registro Anecdótico
Entrevista: No Estructurada	Libreta de Notas
Encuesta: Oral	Grabadora

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Análisis y Procesamiento de Datos

TABLA 4. 2 LISTA DE REQUERIMIENTOS

PROYECTO		DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN UNA PLANTA ENVASADORA – PADRE ABAD – UCAYALI	
N°	D: Deseo E: Exigencia	Descripción	Responsable
UBICACIÓN – LUGAR			
1	D	Ucayali: Observación del terreno y condiciones climáticas	CAGS/JTL
2	D	Entrevista a las personas sobre los costos de demanda de Balones GLP, datos del INEI y registros poblacional	CAGS/JTL
FUNCIÓN PRINCIPAL			
3	E	Abastecimiento de GLP al tanque de almacenamiento para su posterior envasado.	CAGS/JTL
4	E	Capacidad mínima de diseño del tanque en galones NTP-321-123, ASME Sección VIII, División 1	CAGS/JTL
5	E	Envasado diario de balones: 5, 10 y 45 kg.	CAGS/JTL
SEGURIDAD			
6	E	Sistemas y dispositivos de seguridad, así como la ubicación de estos normado por DS EM-027-94, Norma NFPA	CAGS/JTL
7	E	El diseño del sistema también tiene las consideraciones para el cuidado del medio ambiente.	CAGS/JTL
ERGONOMÍA			
8	D	El operario debe ser capaz de controlar el sistema de abastecimiento de GLP	CAGS/JTL
9	D	Grupo mínimo de operarios	CAGS/JTL
USO			
10	E	Envasado de balones de GLP para comercialización	CAGS/JTL
MANTENIMIENTO			
11	E	El mantenimiento debe ser permanente, específicamente en el control de equipos y accesorios de carga y descarga del sistema de abastecimiento.	CAGS/JTL
COSTO			
12	D	Bajo costo en materiales, de equipos y accesorios, el costo estimado es \$55 000	CAGS/JTL

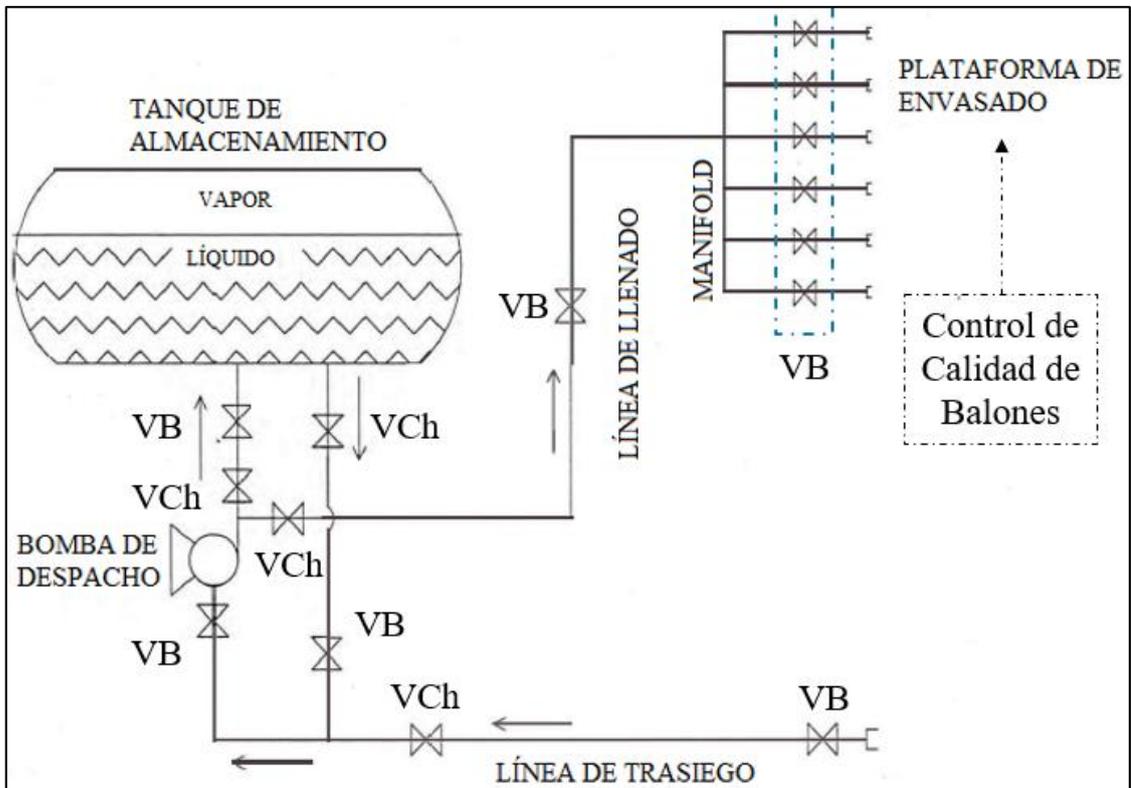
Fuente: Elaboración Propia

Responsables:

CAGS: Carlos Andrés Gómez Silva

JTL: Jesús Tomayquispe Llamocca

FIGURA 4. 4 DISEÑO ESQUEMÁTICO



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 4. 5 DIAGRAMA LÓGICO PARA PROCESAMIENTO DE DATOS



Fuente: Elaboración Propia

V. RESULTADOS

5.1 Resultados Descriptivos

5.1.1 Estudio de Mercado

El mercado objetivo del presente proyecto está dado por las ciudades de Padre Abad, Tingo María, Aucayacu, Puerto Inca, Constitución, Tornavista, Curimaná, Requena (según las últimas estadísticas) constituidas por 254 502 habitantes, mercado objetivo para atender su demanda de GLP cuya principal aplicación del combustible ese uso doméstico en cocinas, hornos y termas.

TABLA 5. 1 ANÁLISIS POBLACIONAL

CIUDAD / PROVINCIA	POBLACIÓN (Cantidad de habitantes)	CANTIDAD DE DISTRIBUIDORES
PADRE ABAD	60 107	2
TINGO MARÍA	46 191	1
PUERTO INCA	25 259	1
CIUDAD DE CONSTITUCIÓN	32 538	1
TORNAVISTA	11 546	1
CURIMANÁ	5 447	1
REQUENA	65 692	2
TOTAL	254 502	10

Fuente: Elaboración Propia

Si consideramos un consumo por familia compuesta por 5 o 6 personas de 15 Kg/mes de GLP, la demanda en la zona sería de 50 900 viviendas, de las cuales se estima que el 60% utilizan GLP (30 540 viviendas), entonces la demanda sería de 458 100 kg/mes (227 232 gal/mes).

El presente proyecto ofrece a los usuarios un producto de costo inferior al promedio del mercado, por otro lado, también es necesario considerar a los usuarios potenciales de GLP, representados por aquellas viviendas que en la actualidad consumen otros combustibles.

TABLA 5. 2 VENTA DE BALONES AL DÍA POR DISTRIBUIDOR

CAPACIDAD DE BALONES DE GLP (kg)	CAPACIDAD DE VENTA DE CADA DISTRIBUIDOR
5	2
10	10
45	1

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5. 3 VENTA DE BALONES AL MES

CAPACIDAD DE BALONES (kg)	CANTIDAD DE DISTRIBUIDORES	VENTA DIARIA (Balones)	DÍAS/MES	TOTAL (kg/mes)
5	10	2	30	3 000
10	10	10	30	30 000
45	10	1	30	13 500
TOTAL (kg/mes)				46 500
TOTAL (gal/mes)				23 064

Fuente: Elaboración Propia

La demanda diaria de GLP será de 787 gal/día, la cual nos indica cada que tiempo tendremos que recargar o abastecer nuestro tanque de almacenamiento.

5.1.2 Instalaciones Electromecánicas

El tanque de almacenamiento de GLP será de tipo horizontal de cabezales semiesféricos y manhole hermético en el domo, el cual se diseñará de en concordancia con las normas técnicas del código ASME sección VIII división 1 y 2 para recipientes a presión, con planchas de acero SA 285 grado C. considerando que la presión de diseño es de 250 psi, el tanque será sometido a una presión de prueba hidrostática de 1.5 la presión de diseño (375 psi), los cordones de soldadura del tanque serán probados al 100% empleando placas radiográficas.

Las empaquetaduras a emplear serán de material resistente al fuego y al GLP, en si fase líquida, la misma que garantizará su hermeticidad, serán de metal u otro material adecuado confinado en metal con un punto de fusión sobre los 800°C.

El sistema de abastecimiento contara con bombas de GLP para el trasiego.

Asimismo, se contará con 4 balanzas estacionarias acondicionadas especialmente para el llenado de GLP, 1 balanza de control de peso y un distribuidor de llenado (manifold) equipado con válvula de seguridad. Adicionalmente se contará con mangueras de antivibración, visores de flujo, válvula interna, válvulas de exceso de flujo, etc.

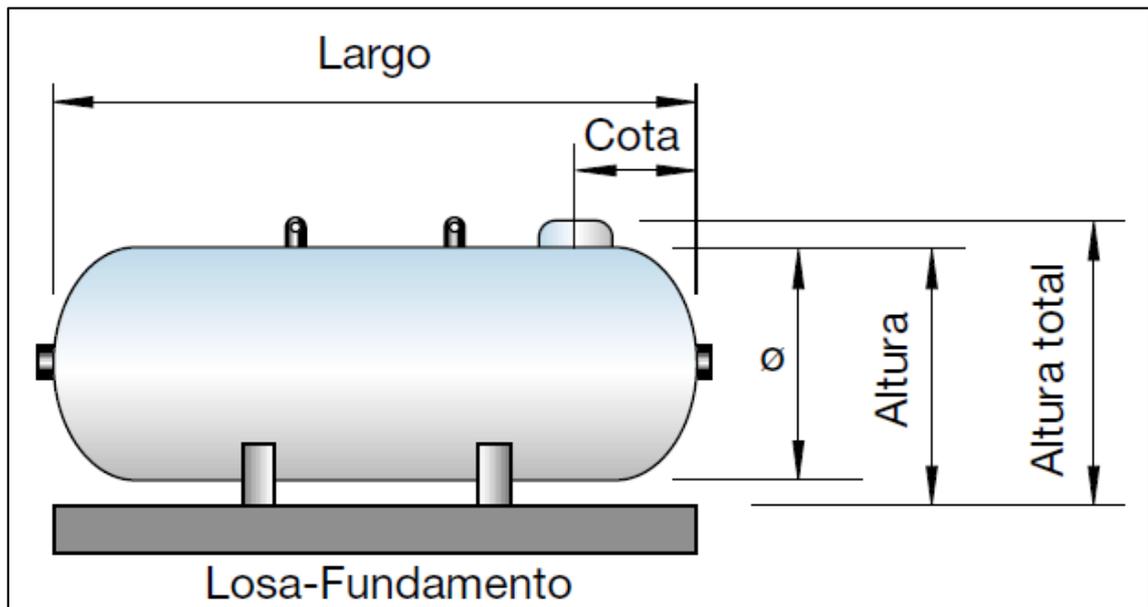
Se contará también con una compresora para el accionamiento de los automáticos de llenado.

5.1.3 Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento (Capacidad)

El tanque de almacenamiento será de 12 000 galones de GLP, siendo nuestra demanda diaria de 787 galones, para que el abastecimiento sea cada 12 o 15 días.

El Tanque de almacenamiento será superficial, cilíndrico horizontal de cabezas o tapas hemisféricas.

FIGURA 5. 1 TANQUE SUPERFICIAL



Fuente: (López Sopeña, 2001)

Dimensionamos el largo y diámetro del tanque en concordancia con la normal UL-142 (Tanques de acero superficial para combustibles líquidos y líquidos inflamables)

TABLA 5. 4 ESPEORES DE ACERO MÍNIMO - TANQUES HORIZONTALES

CAPACIDAD ACTUAL Galones U.S. (KL)		DIÁMETRO MÁXIMO pulg. (m)	ESPEOR MÍNIMO DE ACERO pulg. (mm)	
			Ac. Carbono	Ac. Inoxidable
500 o menos	(2.08)	48 (1.22)	0.093 (2.36)	0.071 (1.80)
551 – 1 100	(2.09 – 4.16)	64 (1.63)	0.123 (3.12)	0.086 (2.18)
1 101 – 9 000	(4.17 – 37.07)	76 (1.93)	0.167 (4.24)	0.115 (2.92)
9 001 – 35 000	(37.07 – 132.48)	144 (3.66)	0.240 (6.10)	0.158 (4.01)
35 001 – 50 000	(132.48 – 189.25)	144 (3.66)	0.365 (9.27)	0.240 (6.10)

Fuente: Tabla 13.1 – Normal UL-142

$$1 \text{ gal} = 3.791 \text{ L}$$

$$12\,000 \text{ gal} = 45.42 \text{ m}^3$$

De la norma UL-142 (13.1.2), el largo total de un tanque horizontal no deberá ser mayor que 6 veces su diámetro: $L < 6D = 12 R$

$$V_{\text{TOTAL}} = VC + 2VT$$

$$V_{\text{TOTAL}} = 45.42 \text{ m}^3$$

Donde:

V_{TOTAL} : Volumen total del tanque.

VC: Volumen del cuerpo cilíndrico.

VT: Volumen de tapa (o cabezas) hemisféricas.

$$V_{\text{TOTAL}} = \pi R^2 L + \frac{4}{3} \pi R^3$$

Asumimos condiciones críticas de diseño, para la cual la longitud del tanque será el mayor valor posible: $L = 12 R$

$$V_{\text{TOTAL}} = \pi R^2 (12R) + \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_{\text{TOTAL}} = \frac{40\pi R^3}{3}$$

$$\frac{40\pi R^3}{3} = 45.42 \text{ m}^3$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3(45.42 \text{ m}^3)}{40\pi}} = 1.03 \text{ m}$$

$$R \approx 1.00 \text{ m}$$

Cuando tenemos esta situación, determinamos el radio mínimo que puede tomar el tanque, dada la relación de: $L < 6D = 12 R$

Entonces para $R = 1 \text{ m}$, tenemos que $L = 12 \text{ m}$

Iteramos varias veces y seleccionamos el más adecuado, de la siguiente formula:

$$L = \frac{V_{TOTAL} - \frac{4}{3}\pi R^3}{\pi R^2}$$

$$L = \frac{45.42 \text{ m}^3 - \frac{4}{3}\pi R^3}{\pi R^2}$$

TABLA 5. 5 ITERACIÓN DE RADIO Y DIÁMETRO PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO

DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)
2.00	13.20
2.40	8.50
2.80	5.60
3.20	3.60
3.60	2.10
4.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4 Cálculo de Espesor del Cuerpo del Tanque y las Tapas (cabezas)

Las características del tanque de almacenamiento se resumen en el siguiente cuadro:

TABLA 5. 6 CARACTERÍSTICAS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CAPACIDAD	12 000 galones USA
Material	Acero SA 285 Grado C
Diámetro	2.40 m
Longitud parte Cilíndrica	8.50 m
Diámetros de tapas Hemisféricas	2.40 m
Presión de Diseño	250 psi
Presión de Prueba	375 psi
Presión de Trabajo	160 psi

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5. 7 PROPIEDADES DEL ACERO, GEOMETRÍA Y ENSAYOS

P	Presión de diseño 250 psi
S	Máximo valor de esfuerzo mecánico que puede ser sometido un acero al carbono ASTM 285 Grado C 13 750 psi
E	Eficiencia de las juntas (1.0), radiografías al 100% positivo
R	Radio externo del equipo (en pulgadas) 47.24"
CA	Factor de corrosión 3/32" = 0.09375"

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5. 8 ESPESOR DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CUERPO CILÍNDRICO	$t_r = \frac{PR}{SE + 0.4P} + CA = 0.94375"$
CABEZAS HEMISFÉRICAS	$t_r = \frac{PL}{SE + 0.8P} + CA = 0.94375"$

Fuente: Elaboración Propia

Para ambos casos el espesor del tanque será de 1", por ser espesor comercial.

5.1.5 Válvulas del Tanque de Almacenamiento

El tanque contara con los siguientes accesorios:

TABLA 5. 9 ACCESORIOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Medidor de nivel de líquido	01
Válvulas de seguridad	02
Termómetro	01
Válvula de exceso de flujo 3" Ø	01
Válvula de exceso de flujo 2" Ø	01
Válvula de exceso de flujo de 1-1/4" Ø	01
Conexión de drenaje con doble válvula	01
Manómetro contrastado (doble manómetro), ubicado en la parte superior	01

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el tanque de almacenamiento además de sus accesorios, tendrá; certificado de prueba hidrostática y prueba radiográfica del 100% de la soldadura y sus cáncamos de izaje, y su protección anticorrosiva.

El tanque de almacenamiento será instalado sobre dos bases de concreto o silletas.

5.1.6 Instalaciones de GLP

Estas instalaciones de GLP comprenden la línea de distribución de GLP a los diferentes puntos de carga y descarga, a la bomba de trasiego de GLP, y accesorios del tanque.

Las tuberías de las líneas de distribución serán de acero al carbono calidad ASTM A-106 Grado B Clase 150, según lo especificado por las normas ASME/ANSI B31.3 y ASME/ANSI B31.4.

5.1.7 Bomba de GLP

La bomba servirá para el trasiego del GLP del camión cisterna al tanque de almacenamiento o del tanque de almacenamiento a la plataforma de llenado de los balones de despacho, características de: Caudal de 50 gpm y Potencia de 5 HP.

5.1.8 Motor para la bomba

El motor será blindado, a prueba de explosión de 5 HP, 1800 RPM, 220 voltios, 60 Hz y trifásico.

5.1.9 Accesorios

TABLA 5. 10 ACCESORIOS DEL SISTEMA

Válvula de bola de 3/4"	01
Válvulas de seguridad de 2" Ø	02
Válvulas de drenaje de 3/4" Ø	02
Líneas de llenado	06
Llenadores de 45 kg	02
Llenadores de 10 kg	04
Bushing de 2" x 1/2" Ø x 300 lb.	06
Válvulas de bola de 1/2" Ø	12
Codos de 1/2" Ø	04
Tee de 1/2" Ø x 300 lb.	02
Válvula by – Pass 1 - 1/4" x 1 - 1/4" Ø	01
Bushing de 2" x 1 - 1/4" Ø	02
Tee de 2" Ø x 300 lb.	09
Codo de 2" Ø	08
Uniones universales de alta presión de 2" Ø x 300 lb.	04
Válvula de exceso de flujo de 2" Ø	01
Filtro 2 – 1/2" Ø	01
Visor de 2 – 1/2" Ø	01
Unión universal de alta presión de 2" -1/2" Ø x 300 lb.	01
Válvulas de bola de 2 – 1/2" Ø	01
Tapón macho de 2 – 1/2" Ø	01
Tee de 2 – 1/2" Ø x 300 lb.	01
Bushing de 3" x 2 - 1/2" Ø	01
Acople ACME en línea de llenado	01
Válvula de globo de 2" Ø	01
Válvulas de bola de 1/4" Ø	02
Bushing de 3" x 2" Ø	01
Tee de 3" Ø x 300 lb.	01

Unión universal de alta presión de 3" Ø x 300 lb.	01
Codo de 3" Ø	01
Válvula de bola de 3" Ø	01
Válvula de exceso de flujo de 3" Ø	01
Tapón macho de 1 – 1/4" Ø	01
Acople ACME de retorno	01
Válvula de globo de 1 – 1/4" Ø	01
Válvula de bola de 2" Ø	06
Tee de 1 – 1/4" Ø x 300 lb.	01
Compensadores de presión	02
Uniones universales de alta presión de 1 – 1/4" Ø x 300 lb.	02
Codo de 1 – 1/4" Ø	02
Válvula de bola de 1 – 1/4" Ø	02
Válvula de exceso de flujo de 1 – 1/4" Ø	01
Manómetro con glicerina 0 – 400 psi	01
Termómetro	01
Medidor de nivel líquido	01

Fuente: Elaboración Propia

5.1.10 Instalaciones de llenado

Los balones de llenado comerciales y estandarizados por la norma 350.011 que serán comercializados en el mercado nacional son de: 5, 10, 15 y 45 kg de capacidad de GLP; pero, los requerimientos del mercado para uso doméstico son cilindros de 10 kg debido a que sin mucho esfuerzo puede ser cargado el balón por un ama de casa y, para su uso industrial, balones de 45 kg, por su mayor contenido de GLP.

Nuestro informe se centra en el mercado orientado a balones de 5, 10 y 45 kg.

De acuerdo a la producción estimada, para un trabajo diario de 08 horas se contará con:

- 04 balanzas de llenado de fabricación nacional para balones de 10 kg de GLP, con capacidad de 0 – 100 kg, con legibilidad de 50 gramos.
- 02 balanzas de llenado de fabricación nacional para cilindros de 45 kg de GLP con capacidad de 0 – 500 kg, con legibilidad de 100 gramos.
- 06 válvulas de control de cierre rápido.
- 06 mangueras de llenado de alta presión de 1/2" Ø resistente al GLP con conexiones terminales de acero.

- 01 distribuidor de llenado (manifold) equipado con válvulas de seguridad de 1/2" Ø y construido de tubería de 2" Ø SCH-80.

5.1.11 Plataforma de envasado de Balones

La plataforma de envasado de balones se instalará con material incombustible y tendrá una ventilación natural.

La altura de la plataforma deberá ser de 1.50 m de altura, para facilitar las operaciones que lleven a cabo y, sobre ella se instalarán los sistemas de trasiego de GLP, limpieza y pintura de recipientes portátiles.

5.1.12 Sistema Contra Incendios

Decreto Supremo N° 27-94-EM (Artículo 87), toda planta deberá disponer de gabinetes contra incendio con pitón selector de chorro niebla.

Se debe instalar dos gabinetes contra incendio con su respectiva manguera de extensión flexible del tipo usado por los bomberos para una presión de 75 psi en sus extremos, los cuales deben estar adosados a los muros perimetrales al interior de la planta, en posición estratégica equidistante a la zona de tanques y plataforma de llenado de cilindros, tal que permita atender y combatir en eficacia una emergencia que se presente en cualquier lugar de la planta.

Rociadores

Con las características del tanque estacionario de almacenamiento los rociadores serán de boquillas de pulverización con un diámetro de rosca de 1/2" NTP, para un ángulo de dispersión de 90°. Los rociadores se ubicarán a una distancia de 0.60 m, de separación con respecto a cualquier posición del tanque.

Los rociadores para enfriamiento del tanque estacionario de almacenamiento serán alimentados por un sistema de doble accionamiento, es decir automático y manual, el sistema automático será calibrado para que a una temperatura o presión determinado del tanque de almacenamiento se accione enviando agua de forma de niebla hacia este hasta que su presión y temperatura se estabilicen.

Hidratantes

Se debe instalar adicionalmente a los gabinetes contra incendio y el sistema de rociadores para enfriamiento del tanque, dos hidratantes contra incendio a menos de 100 m de la planta.

Extintores

Los extintores por su capacidad se clasifican en rodantes y portátiles, de acuerdo al tipo existen extintores tipo A (madera, papel, tela, jebe, plásticos, etc.), tipo B (para líquidos inflamables como pinturas, lacas, gases, etc.), tipo C (para equipos energizados eléctricamente) y tipo D (para metales combustibles como magnesio, titanio, sodio, potasio, etc.); es decir existen extintores tipo A, B, C y D de múltiple propósito.

En el artículo 74° del Decreto Supremo N° 27-94-EM, la planta envasadora de GLP contara con 2 extintores rodantes con impulsión de nitrógeno de 150 libras nominales de PQS clase BC, 14 extintores portátiles de 13.6 kg. (30 libras) de PQS clase BC y 2 extintores tipo PQS clase ABC para posibles amagos de incendios al interior de las oficinas administrativas.

La NFPA 10 y el artículo 74° del Decreto Supremo N° 27-94-EM, los extintores deberán estar ubicados de manera que no se tenga que correr una distancia mayor de 15.25 m (50 pies) para su disponibilidad.

Instrumentos de detección y alarmas de seguridad

La planta contara con 3 detectores continuos de presencia de gases combustibles o de atmosfera explosiva, los mismo que estarán dotados de alarmas sonoras o remotas ubicada una en la zona de bombas y dos en la plataforma. Se tendrá también 2 explosímetros con certificación de calibración para detectar concentraciones de GLP en el ambiente y medir al 100% el límite inferior de explosividad.

BLEVE

Las siglas BLEVE son las iniciales de “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion”, que traducido significa “Explosión por la expansión de los Vapores de un Líquido en Ebullición”.

Fenómeno que ocurre cuando el tanque estacionario de almacenamiento al estar expuesto a una alta temperatura, el GLP líquido contenido en este recipiente empieza a absorber la temperatura hasta convertirse en vapor, una vez que ya no hay GLP líquido, el material con el que está construido el tanque empieza a elevar su temperatura perdiendo así sus propiedades de resistencia física, es en ese momento que la presión interna del tanque vence la resistencia del tanque ocasionando una explosión de gas.

Mayormente ocurren los BLEVES cuando los recipientes están ocupados por una cantidad de líquido que oscila entre algo menos de la mitad del recipiente y aproximadamente los $\frac{3}{4}$ de su capacidad, la energía de vaporización y expansión del líquido respecto al peso de los trozos del recipiente es tal que estos salen a distancias de hasta 800 m.

Nube de vapor de GLP

La explosión de una nube de vapor de GLP no confinada, (Unconfined Vapor Cloud Explosion) UVCE, es otro tipo de explosión que ocurre cuando la nube de vapor de una combustible toma contacto con una fuente de ignición.

Similar a una BLEVE la UVCE es espectacular y muy peligrosa, la máxima velocidad de propagación de flama ocurre cerca de concentraciones estequiométricas y es generalmente incrementada por una elevada presión, temperatura y turbulencia.

Deflagración

Es la combustión rápida o producción de llama súbitamente, originada por cualquier elemento hacia el interior del tanque, de las líneas o del surtidor, sin producir explosión, Este riesgo se produce como consecuencia del cercamiento de elementos de ignición al interior de las instalaciones, ya sea por combustión de elementos inflamables a consecuencia de un corto circuito o sabotajes desde el interior o desde fuera de las instalaciones. Una vez detectada esta situación deberá ponerse en práctica el plan de emergencias, empleando los extintores, rociadores y gabinetes contra incendio para apagar las llamas y extinguirlas.

Detonación

La diferencia entre deflagración y detonación es que en la detonación la velocidad de propagación del frente de llamas es mayor que la velocidad del sonido (340 m/s), mientras que la velocidad de propagación del frente de llamas en la deflagración es menos que la velocidad del sonido.

Para fines de cálculo la velocidad de deflagración será medida en cm/seg. la velocidad de la explosión será medida en m/seg. y la velocidad de la detonación será medida en Km/seg.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE ROCIADORES DE ENFRIAMIENTO

Para el diámetro del tanque de 2.40 m de diámetro exterior le corresponderá 3 línea de rociadores con un ángulo entre líneas de 120°. La situación de anillos de boquillas para tanques horizontales, para el diseño de rociadores de agua del API Standard 2510, para un ángulo de dispersión de 90°, tanto el primer como el último rociador en una línea deberán ubicarse a una distancia de 0.85 m (el máximo es 1.10 m) de los extremos del cuerpo cilíndrico del tanque, los demás rociadores deberán ubicarse a una distancia de 1.70 m (el máximo es 2.10 m) entre cada uno de ellos; por lo tanto, si el tanque tiene una longitud de 13.3 m de los cuales 8.50 es la longitud del cuerpo cilíndrico y considerando la ubicación de los rociadores a los extremos que ocuparían una distancia cilíndrica de 1.70 m (2 x 0.85 m de cada extremo) y ubicando los demás rociadores a 1.70 m de entre cada uno de ellos, se determinara lo siguiente:

Rociadores a los extremos del tanque	2 rociadores
Rociadores adicionales	$8.50 - 1.70 = 6.80 \text{ m}$
	$6.80/1.70 - 1 \text{ roc.} = 3$
rociadores	

Total, de rociadores propuesto por línea $3 + 2 = 5$ rociadores

Así mismo, para un tanque de diámetro exterior de 2.40 m se asigna 1 rociador por tapa hemisférica de 120° de ángulo de pulverización.

Por lo tanto, el total de rociadores que debe instalarse para enfriamiento del tanque será de 17 rociadores conforme se indica en el cálculo siguiente:

Número total de rociadores:

5/línea x 3 líneas + 1/tapa x 2 tapas = 17 rociadores

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESERVA DE AGUA

Por lo considerado en el artículo 73° inciso 4 del Decreto Supremo N° 27-94-EM, se concluye que se necesita disponer de almacenamiento en el sitio para 1 hora de abastecimiento continuo de agua contra incendio.

Entonces la capacidad de reserva de agua (V_T), se daría en la condición de operar el sistema de enfriamiento del tanque y la activación de una manguera contra incendio, por lo que su composición estaría en función a la siguiente estructura: $V_T = V_R + V_G$

Donde:

V_R : Volumen para enfriamiento de tanque (rociadores)

V_G : Volumen para agua contra incendio (gabinete contra incendios)

Considerando el flujo de agua para enfriamiento de 221.45 gpm:

$$V_R = (224.45 \text{ gpm}) \times (60 \text{ min/hora}) \times (1\text{m}^3/264.17 \text{ gal}) \times 1 \text{ hora}$$

$$V_R = 50.30 \text{ m}^3$$

Del mismo modo como exigencia del flujo de agua en los extremos de la manguera contra incendio de 125 gpm:

$$V_G = (125 \text{ gpm}) \times (60 \text{ min/hora}) \times (1\text{m}^3/264.17 \text{ gal}) \times 1 \text{ hora}$$

$$V_G = 28.39 \text{ m}^3$$

De donde se obtiene:

$$V_T = 50.30 + 28.39 = 78.69 \text{ m}^3$$

La planta envasadora deberá contar como mínimo, con una reserva de agua total de 78.69 m³ de capacidad para afrontar un incendio de 1 hora.

CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LAS BOMBAS PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Bomba para los gabinetes contra incendios

Una forma rápida para determinar la potencia del motor de la bomba que será empleado en el suministro de agua para los gabinetes contra incendio es:

Caudal ($Q = 125$ gpm) y presión ($P = 75$ psi) requeridos.

Bomba para el sistema de enfriamiento del tanque estacionario

Una forma rápida para determinar la potencia del motor de la bomba que será empleado en el suministro de agua para los gabinetes contra incendio es:

Caudal ($Q = 221.45$ gpm) y presión ($P = 30$ psi) requeridos.

Potencia de la Bomba para rociadores de enfriamiento (P)

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, la potencia real será:

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{\%}$$

Donde: % = eficiencia

Para nuestro caso la eficiencia será del 85%

H_B : Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

ρ : Densidad del agua

g : Coeficiente de gravedad

Q_T : Caudal total de refrigeración

$Q_T = \text{Caudal de un rociador} \times \text{Número de rociadores}$

$Q_T = 6.57 \text{ gpm/rociador} \times 17 \text{ rociadores} = 111.69 \text{ gpm}$

$Q_T = 0.00705 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$H_B = h_{ftotal} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

Donde:

$h_{f\text{total}}$: Pérdida de carga

P_2 : Presión de salida del rociador = 30 psi = 206841 N/m²

V_2 : Velocidad de flujo de agua a la salida de los rociadores

Z_2 : Altura de rociadores respecto a la bomba = 2.20 m

P_1 : Presión en el nivel de toma de agua en la cisterna = 0 psi

V_1 : Velocidad de flujo de agua en la cisterna = 0 m/seg

Z_1 : Altura de toma de agua en cisterna respecto a bomba = - 2.45 m

ρ : Densidad del agua = 1000 kg/m³

g : Coeficiente de gravedad = 9.81 m/seg²

$$Q = A \times V_2$$

Donde:

Q : Caudal en el extremo del rociador (0.00705 m³/seg)

A : Sección interna de la tubería

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(1.5^2)}{4} = 1.1781 \text{ pulg}^2$$

$$A = 0.00114 \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{0.00705}{0.00114} = 6.18 \text{ m/seg}$$

$$h_{f\text{total}} = \frac{f \cdot L_{eq} \cdot V_2^2}{2Dg}$$

Donde:

f : Coeficiente de fricción = 0.021

L_{eq} : Longitud equivalente

D : Diámetro interior de la tubería = 1 ½" = 0.0381 m

$$L_{eq} = L + L_{eq.\text{acc}}$$

Donde:

L : Longitud de tubería lineal = 73.05 m

$L_{eq.\text{acc}}$: Longitud equivalente de accesorios (14 codos de 90°)

$$L_{eq.\text{acc}} = L \times D = 73.05 \times 0.0381 = 2.783 \text{ m/accesorio}$$

$$L_{eq.\text{acc}} = 2.783 \text{ m/accesorio} \times 14 \text{ accesorios} = 38.96 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 73.05 + 38.96 = 112.01 \text{ m}$$

$$h_{f\text{total}} = 120.31 \text{ m}$$

$$H_B = 148.01 \text{ m}$$

$$P_{teórica} = 10219.892 \text{ Kw} = 13.72 \text{ HP}$$

$$HP_{Real} = \frac{13.72}{0.85} = 16.13 \text{ HP}$$

Se elige el inmediato superior y considerando un margen de error se escoge un motor más grande, es decir una bomba con un motor de 20 HP de potencia.

Potencia de la Bomba para gabinetes contra incendio (P)

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, la potencia real será:

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{\%}$$

Donde: % = eficiencia

Para nuestro caso la eficiencia será del 85%

H_B : Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

ρ : Densidad del agua

g : Coeficiente de gravedad

Q_T : Caudal total de refrigeración

$Q_T = \text{Caudal de una manguera} \times \text{Número de mangueras}$

$Q_T = 125 \text{ gpm/manguera} \times 2 \text{ mangueras} = 250 \text{ gpm}$

$Q_T = 0.0158 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$H_B = h_{ftotal} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

Donde:

h_{ftotal} : Pérdida de carga

P_2 : Presión de salida del rociador = 75 psi = 517105.5 N/m²

V_2 : Velocidad de flujo de agua a la salida de los rociadores

Z_2 : Altura de rociadores respecto a la bomba = 1 m

P_1 : Presión en el nivel de toma de agua en la cisterna = 0 psi

V_1 : Velocidad de flujo de agua en la cisterna = 0 m/seg

Z₁: Altura de toma de agua en cisterna respecto a bomba = - 2.45 m

ρ: Densidad del agua = 1000 kg/m³

g: Coeficiente de gravedad = 9.81 m/seg²

$$Q = A \times V_2$$

Donde:

Q: Caudal en el extremo de la manguera (0.0158 m³/seg)

A: Sección interna de la tubería

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(2.5^2)}{4} = 1.9635 \text{ pulg}^2$$

$$A = 0.003167 \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{0.0158}{0.003167} = 4.99 \text{ m/seg}$$

$$h_{f\text{total}} = \frac{f \cdot L_{eq} \cdot V_2^2}{2Dg}$$

Donde:

f: Coeficiente de fricción = 0.019

L_{eq}: Longitud equivalente

D: Diámetro interior de la tubería = 2 ½" = 0.0635 m

$$L_{eq} = L + L_{eq.\text{acc}}$$

Donde:

L: Longitud de tubería lineal = 82.15 m

L_{eq,acc}: Longitud equivalente de accesorios (6 codos de 90°)

$$L_{eq.\text{acc}} = L \times D = 82.15 \times 0.0635 = 5.216 \text{ m/accesorio}$$

$$L_{eq.\text{acc}} = 5.216 \text{ m/accesorio} \times 6 \text{ accesorios} = 31.29 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 82.15 + 31.29 = 113.44 \text{ m}$$

$$h_{f\text{total}} = 42.949 \text{ m}$$

$$H_B = 68.77 \text{ m}$$

$$P_{teórica} = 10628.737 \text{ Kw} = 14.27 \text{ HP}$$

$$HP_{Real} = \frac{14.27}{0.85} = 16.78 \text{ HP}$$

Se elige el inmediato superior y considerando un margen de error se escoge un motor más grande, es decir una bomba con un motor de 20 HP de potencia.

5.2 Resultados Inferenciales

5.2.1 Evaluación Económica Financiera

Se realizará la evaluación económica de la rentabilidad del proyecto, se hará una descripción detallada de la inversión inicial que requiere el proyecto donde se describirá el precio de todos los artículos que requiere la planta para su puesta en funcionamiento. Además, se determinará el costo de la mano de obra mensual que se requiere, se dará a conocer la estructura de precios del Gas Licuado de Petróleo - GLP y también el capital de trabajo, así como el financiamiento que se requiera para afrontar estos gastos.

Todos los precios se expresan en dólares americanos al tipo de cambio de \$1.00 = S/. 3.62

5.2.2 Inversión fija

La inversión fija está determinada por las obras civiles, terreno, tanque estacionario, accesorios, etc. Como se describe a continuación

TABLA 5. 11 INVERSIÓN FIJA

INVERSIÓN FIJA	
CONCEPTO	TOTAL
Estudios Pre operativos	2 500.00
Terreno	15 050.00
Obras civiles	48 908.31
Tanque de almacenamiento	36 211.00
Equipos mecánicos	12 120.00
Instalaciones mecánicas	4 455.20
Cilindros	50 550.00
Equipos de seguridad	14 876.88
Otros equipos	12 850.00
Equipo automotriz	14 000.00
Muebles y encerres	1 200.00
Total, inversión fija	212 721.39
Dirección y supervisión técnica (10% inv. Fija)	21 272.14
Total	233 993.53
IGV (18%)	42 118.84
TOTAL, GENERAL	276 112.37

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Mano de Obra y sueldos

La mano de obra y sueldos estará determinada de acuerdo al personal necesario para el funcionamiento de la planta como se muestra a continuación.

TABLA 5. 12 SUELDOS

CONCEPTO	Cant.	Unit.	TOTAL
Administrador	1	400.00	400.00
Contador	1	400.00	400.00
Asuntos Legales (externo)	1	300.00	300.00
Seguridad (exterior)	1	150.00	150.00
Secretaria	1	200.00	200.00
Operarios para llenado, pintura y reparaciones	6	200.00	1 200.00
Persona de limpieza	1	130.00	130.00
Guardianes	3	130.00	390.00
Técnico	1	300.00	300.00
Choferes repartidores	2	200.00	400.00
Ayudantes de chofer	2	150.00	300.00
Beneficio social, seguros (30% sueldo)			1 251.00
TOTAL. MENSUAL			5 421.00

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Estructuras de precios

Se ha determinado que para ingresar al mercado con un precio competitivo la planta deberá tener un margen comercial de 40%, los distribuidores podrán tener hasta un margen de 10% en el precio de venta al público con lo que el precio de venta sugerido al público será:

TABLA 5. 13 PRECIO DE VENTA

Cilindro de 5 kg	14.46 soles
Cilindro de 10 kg	28.93 soles
Cilindro de 45 kg	130.18 soles

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5. 14 PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO

PROVEEDOR	S/. (kg)	S/. (galón)	\$ (galón)
Refinería La Pampilla	1.242	2.633	0.761
Impuesto Selectivo al consumo	0.270	0.572	0.165
VALOR DE VENTA	1.512	3.205	0.926
IGV (18%)	0.272	0.577	0.167
PRECIO DE VENTA	1.512	3.205	0.926
Flete	0.094	0.200	0.058
PRECIO GLP PUESTO EN UCAYALI	1.879	3.982	1.151
Margen Comercial (40%)	0.751	1.593	0.460
PRECIO DE VENTA DISTRIBUIDORES	2.630	5.574	1.611
Margen de distribuidor (10%)	0.263	0.557	0.161
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	2.893	6.132	1.772

Fuente: Petróleos del Perú, www.petroperu.com

5.2.5 Capital de trabajo

El capital de trabajo está constituido por la compra de los primeros 12 000 galones de GLP y el costo de la mano de obra del periodo en que se recuperará el valor de esta compra.

Tomando en cuenta que se venderá aproximadamente 787 galones diarios entonces el tiempo que se necesitará para vender 12 000 galones será de 15 días.

TABLA 5. 15 RETORNO DE CAPITAL

RETORNO DE LA INVERSIÓN EN MANO DE OBRA	
$\frac{\text{Sueldo total x mes}}{30} \times 5 \text{ días}$	903.50 dólares
INVERSIÓN TOTAL EN MATERIA	
$\frac{1.151 \text{ dólares}}{\text{galón}} \times 12\,000 \text{ galones}$	13 812.00 dólares

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el capital de trabajo será: 903.50 + 13 812.00

Capital de trabajo: 14 715.50 dólares

5.2.6 Financiamiento

Se financiará el 50% del costo del proyecto mediante un préstamo a un interés de 13% anual.

Por lo tanto, la cantidad financiada será de:

$$\frac{\text{Inversión inicial} + \text{Capital de trabajo}}{2}$$

$$\frac{233\,993.53 + 14\,715.50}{2} = 124\,354.265 \text{ dólares}$$

El cual se pagará en 5 años con una aportación anual de 24 870.85 dólares más el respectivo interés que variará de acuerdo a la deuda como se detalla a continuación.

TABLA 5. 16 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

AÑO	APORTACIÓN (\$)	INTERÉS (13%)	TOTAL	DEUDA
0				124 354.265
1	24 870.85	16 166.05	41 036.90	99 483.42
2	24 870.85	12 932.84	37 803.69	74 612.57
3	24 870.85	9 699.63	34 570.48	49 741.72
4	24 870.85	6 466.42	31 337.27	24 870.87
5	24 870.85	3 233.21	28 104.06	0.00

Fuente: Elaboración Propia

5.2.7 Costo de Oportunidad

El costo de oportunidad dependerá única y exclusivamente del inversionista, este interés representa el rendimiento o retorno mínimo que se desea obtener, en términos reales.

Para estimar el costo de oportunidad se debe tener en cuenta dos elementos, primero mantener la capacidad adquisitiva del inversionista traducido como el costo de oportunidad puro y lo segundo es el posible fracaso del negocio que no será otra cosa que la prima por riesgo.

a. Costo de oportunidad puro

Es una tasa de rendimiento libre de inflación y de riesgo, para su estimación se toma como referencia la tasa de interés que paga el tesoro norteamericano por sus bonos a 10 años, en la actualidad este interés asciende a 6% anual.

A este interés se le debe descontar una tasa de inflación esperada de 1.5% anual en dólares, con lo que tendremos un rendimiento real de 3.88% anual en términos corrientes.

b. Prima por riesgo

Este valor está conformado por dos tipos de riesgo:

Riesgo País; técnicamente el riesgo país se mide mediante la diferencia del valor del bono del tesoro norteamericano con los bonos soberanos que emite el estado peruano, actualmente es de 4%.

Riesgo negocio; dependerá del giro del negocio, se puede considerar equivalente a la prima por riesgo de país, es decir 4%.

Por lo tanto, el costo de oportunidad real del potencial inversionista, se estima de la siguiente manera:

TABLA 5. 17 COSTO DE OPORTUNIDAD

CONCEPTO	TASA ANUAL
Costo de Oportunidad Puro	
➤ Rendimiento Bonos (tasa nominal)	6.00%
➤ Inflación esperada	3.00%
Costo de Oportunidad Puro (Real)	3.88%
Prima por Riesgo	
➤ Riesgo País	4.00%
➤ Riesgo negocio	5.00%
Prima por Riesgo	9.20%
Costo de Oportunidad Esperado (Real)	13.44%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.8 Depreciación

De acuerdo al DS N°0.43-95-EF las depreciaciones se computarán a partir del mes en que los bienes sean utilizados en la generación de rentas gravadas.

Los edificios y construcciones se deprecian a razón de 3% anual. Los demás bienes se depreciarán de acuerdo a:

- a. Maquinaria y equipo utilizados por las actividades mineras, petroleras y de construcción; excepto, muebles, enceres y equipos de oficina: vida útil 5 años; depreciación anual 20%.
- b. Vehículos de transporte: vida útil 5 años, depreciación anual 20%.
- c. Equipo de procesamiento de datos: vida útil 5 años, depreciación anual 20%.
- d. Otros bienes de capital fijo: vida útil 10 años, depreciación anual 10%.

Las construcciones se depreciarán en 30 años y para nuestro caso esto será de 1467,25 dólares por año y como el proyecto es a 10 años, entonces el valor de la construcción al finalizar el proyecto se calculará del siguiente modo:

TABLA 5. 18 DEPRECIACIÓN

Valor del terreno	15 050.00
Valor de las obras civiles	48 908.31
Depreciación anual	1 467.25
Horizonte del proyecto	10 años
Depreciación acumulada en 10 años	14 672.50
Valor al finalizar el proyecto	(15 050.00) +(48 908.31) -(14 672.50)
Valor de la construcción al finalizar el proyecto	49 285.82

Fuente: Elaboración Propia

5.2.9 Ingresos

El ingreso esta dado por la venta del gas envasado en sus tres presentaciones de 5, 10 y 45 kg. Se ha determinado que en promedio un distribuidor vende al día 2 cilindros de 5 kg, 10 cilindros de 10 kg y 1 cilindro de 45 kg, Considerando que se tendrán 10 distribuidores para estos productos entonces mensualmente se venderá:

$$10 \times 2 \times 30 = 600 \text{ cilindros de 5 kg}$$

$$10 \times 10 \times 30 = 3\,000 \text{ cilindros de 10 kg}$$

$$10 \times 1 \times 30 = 300 \text{ cilindros de 45 kg}$$

De este cálculo deducimos entonces que mensualmente se venderá:

TABLA 5. 19 VENTA DE GALONES MENSUALES

CILINDRO	NÚMERO DE CILINDROS	CAPACIDAD DE GLP (kg)	VOLUMEN EN GALONES (gas=0.496 kg/galón)
5 kg	600	3 000	1 488.00
10 kg	3 000	30 000	14 880.00
45 kg	300	13 500	6 696.00
Total, de galones vendidos al mes			23 064

Fuente: Elaboración propia

Y como los días laborables serán de lunes a viernes haciendo un total de 22 días laborable al mes, entonces para cubrir esa demanda se requerirá envasar:

$$\frac{600 \text{ cilindros}}{22} = 27.27 = 28 \text{ cilindros de 5 kg}$$

$$\frac{3\,000 \text{ cilindros}}{22} = 136.36 = 137 \text{ cilindros de 10 kg}$$

$$\frac{300 \text{ cilindros}}{22} = 13.63 = 14 \text{ cilindros de 45 kg}$$

Se estima un crecimiento anual de 10% en el 2do año, 15% en los siguientes 2 años. 10% en el 5to año, 5% en los 3 años siguientes y 2% en los últimos 2 años.

Por efecto del crecimiento del mercado durante el primer y segundo año se tendrá que comprar materia prima cada 3 días, del tercer al sexto año cada 2 días y del séptimo al décimo año diariamente, esto porque se debe de contar con una reserva de GLP de 2000 galones aproximadamente para dos días de trabajo adicional como prevención a cualquier falla por parte del proveedor, es por esta razón que se ha considerado la compra de un camión tanque (pipa) de 4 000 galones (en volumen de agua) con lo que la reserva de GLP en la planta se extenderá a dos días adicionales. La pipa tendrá un costo de 45 000 dólares. Es necesario señalar que el camión será adquirido de segunda mano a un precio aproximado de 12 000 dólares y el tanque con sus accesorios tendrá un costo de 23 000 dólares.

La proyección de los ingresos por concepto de ventas se muestra a continuación:

TABLA 5. 20 PROYECCIÓN DE INGRESOS ANUALES

AÑO	VOLUMEN DE VENTAS (galones)	INGRESO POR VENTAS	COSTO GLP PLANTA UCAYALI	FLETE	MARGEN COMERCIAL PLANTA	IGV MARGEN COMERCIAL
1	526504.50	848263.83	575468.95	30433.79	242361.09	43625.00
2	579154.95	933090.21	633015.84	33477.16	266597.20	47987.50
3	666028.19	1073053.74	727968.22	38498.74	306586.78	52786.25
4	765932.42	1234011.80	837163.45	44273.55	352574.80	58064.87
5	842525.66	1357412.98	920879.80	48700.91	387832.28	63871.36
6	884651.95	1425283.63	966923.79	51135.95	407223.90	67064.93
7	928884.55	1496547.81	1015269.98	53692.75	427585.09	70418.17
8	975328.77	1571375.21	1066033.48	56377.39	448964.34	73939.08
9	994835.35	1602802.71	1087354.14	57504.93	457943.63	75417.86
10	1014732.06	1634858.76	1109101.23	58655.03	467102.50	76926.22

Fuente: Elaboración Propia

5.2.10 Flujo de caja proyectado

Para calcular el flujo de caja proyectado se tendrá en cuenta lo siguiente:

TABLA 5. 21 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Venta de GLP en el primer año	526 504.50 galones
Inversión inicial	276 112.37 dólares
Vida útil	10 años
Tasa de descuento	15%
Plazo de depreciación	10 años
Capital de trabajo inicial	12 641.69
Tasa de crecimiento	10, 15, 15, 10, 5, 5, 5, 2, 2

Fuente: Elaboración Propia.

DIAGRAMA DE FLUJO PROYECTADO

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de Capital											
Inversion Inicial	-276,112.37			-45,000.00							
Capital de trabajo	-12,641.00	-1,264.17	-1,390.59	-2,294.47	-2,638.64	-2,022.95	-1,112.62	-1,168.26	-1,226.67	-515.20	
Recuperación de Capital de Trabajo											26,175.25
Valor de Rescate maq. Y Obras											49,285.82
IGV. Venta de activos											-8,871.45
Total Flujo de Capital	-288,753.37	-1,264.17	-1,390.59	-47,294.47	-2,638.64	-2,022.95	-1,112.62	-1,168.26	-1,226.67	-515.20	66,689.62
FLUJO OPERATIVO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS											
Ingreso venta de GLP		848,263.83	933,090.21	1,073,053.74	1,234,011.80	1,357,412.98	1,425,283.63	1,496,547.81	1,571,375.21	1,602,802.71	1,634,858.76
TOTAL INGRESOS		848,263.83	933,090.21	1,073,053.74	1,234,011.80	1,357,412.98	1,425,283.63	1,496,547.81	1,571,375.21	1,602,802.71	1,634,858.76
EGRESOS											
Costo Variables											
Costo GLP Planta de Abastecimiento		575468.95	633015.84	727968.22	836163.45	920879.8	966923.79	1015269.98	1066033.48	1087354.14	1109101.23
Flete		30433.79	33477.16	38498.74	44273.55	48700.91	51135.95	53692.75	56377.39	57504.93	58655.03
Otros (Mant, Pintura)		3000	3300	3795	4364.25	4800.68	5040.71	5292.74	5557.38	5668.53	5781.9
IGV sobre el Margen de		43625	47987.5	52786.25	58064.87	63871.36	67064.93	70418.17	73939.08	75417.86	76926.22
Costo Fijo											
Mano de Obra		65052	71557.2	82290.78	94634.4	104097.84	109302.73	114767.86	120506.26	122916.38	125374.71

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciacion		16.958,77	16.958,77	25.958,77	25.958,77	25.958,77	14.118,35	14.118,35	5.118,35	5.118,35	5.118,35
Otros		5.000,00	5.500,00	6.325,00	7.273,75	8.001,13	8.401,18	8.821,24	9.262,30	9.447,55	9.636,50
Amortización + Intereses		24.663,52	24.663,52	24.663,52	24.663,52	24.663,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gastos Financieros		16.031,29	12.825,03	9.618,77	6.412,52	3.206,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL DE EGRESOS		780.233,31	849.285,02	971.905,05	1.102.809,07	1.204.180,24	1.221.987,63	1.282.381,10	1.336.794,23	1.363.427,75	1.390.593,94
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		68.030,52	83.805,19	101.148,70	131.202,73	153.232,74	203.296,00	214.166,72	234.580,97	239.374,96	244.264,83
Impuesto a la Renta(30%)		20.409,16	25.141,56	30.344,61	39.360,82	45.969,82	60.988,80	64.250,02	70.374,29	71.812,49	73.279,45
Utilidad Neta		47.621,36	58.663,63	70.804,09	91.841,91	107.262,92	142.307,20	149.916,70	164.206,68	167.562,47	170.985,38
(+) Depreciación		16.958,77	16.958,77	2.598,77	25.958,77	25.958,77		14.118,35	5.118,35	5.118,35	5.118,35
FONDO TOTAL GENERAL		64.580,13	75.622,40	96.762,85	117.800,68	133.221,68	156.425,55	164.035,05	169.325,03	172.680,82	176.103,73
FLUJO DE CAJA TOTAL											
OPERATIVOS	0,00	64.580,13	75.622,40	96.762,85	117.800,68	133.221,68	156.425,55	164.035,05	169.325,03	172.680,82	176.103,73
De Capitales	-288.754,05	-1.264,17	-1.390,58	-47.294,47	-2.638,64	-2.022,95	-1.112,62	-1.168,26	-1.226,67	-515,20	66.689,62
TOTALES	-288.754,05	63.315,96	74.231,81	49.468,39	115.162,04	131.198,73	155.312,93	162.866,80	168.098,36	172.165,62	242.793,34
Valor Actual Fijo de Caja	-288.754,05	55.019,18	56.052,09	32.458,65	65.661,82	65.003,10	66.867,16	60.931,06	54.647,53	48.635,61	59.599,91
VAN	276.122,05										
TIR	31,41%										
Razón Beneficio / Costo	1,96										

TABLA 5. 22 INVERSIÓN FIJA

INVERSIÓN FIJA					
ESTUDIOS PRE OPERATIVOS	Cant.	Unit.	Parcial	Total	%
Estudio de mercados, ingeniería del proyecto y EIA			2 500.00		
				2 500.00	0.89
TERRENO					
Terreno	1 505	10.0	15 050.00		
				15 050.00	5.45
OBRAS CIVILES					
Edificación			20 757.47		
Cisterna de agua de 92.00 m ³			2 201.33		
Cerco Perimétrico			7 456.45		
Plataforma de llenado de cilindros			6 524.43		
Zona de tanque estacionario			1 153.61		
Instalaciones sanitarias			2 926.97		
Instalaciones eléctricas			1 957.44		
Techo estructural			3 940.00		
Puertas			916.44		
Ventanas			1 074.17		
				48 908.31	17.71
TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
1 Tanque de 12 000 gal con accesorio			36 211.00		
				36 211.00	13.11
EQUIPOS MECÁNICOS					
Bomba Blackmer con su motor	3	2 540	7 620.00		
Balanzas semi-automáticas de llenado	4	700	2 800.00		
Balanza de re pesaje	1	1 700	1 700.00		
				12 120.00	4.39
INSTALACIONES MECÁNICAS					
Línea y válvula para GLP			4 000.00		
Manguera Dayco para GLP	5	7.20	36.00		
Adaptador manual de llenado	5	9.85	49.25		
Adaptador de llenado M pool x ¼" MNPT x 6"	5	10.89	54.45		
Válvula de cierre rápido de 1/2"	5	46.10	230.50		
Línea de aire			85.00		
				4 455.20	1.61
CILINDROS					
Cilindro de 5 kg	200	9.75	1 950.00		
Cilindro de 10 kg	2 000	9.5	19 000.00		
Cilindro de 45 kg	400	74	29 600.00		
				50 550.00	18.31
EQUIPO DE SEGURIDAD					
Extintores de 50 kg	2	315	630.00		
Extintores de 13.6 kg tipo BC	14	50	700.00		
Estintores de 13.6 kg tipo ABC	2	50	100.00		
Gabinetes contra incendio y mangueras	2	280	560.00		
Detectores de presencia de gases	3	1 326	3 978.00		
Expsímetro	1	1 510	1 510.00		
Rociadores Star sprinkler	17	15	255.00		

Trajes aluminizados de aproximación al fuego	2	1 000	2 000.00		
Línea de agua contra incendio	112.32	43.70	4 908.38		
Protector Buco Nasal	3	7.50	22.50		
Guantes	10	2	20.00		
Overoles	10	16.50	165.00		
Protecto para el oído	8	3.50	28.00		
				14 876.88	5.39
OTROS EQUIPOS					
Equipo para pintado de cilindros			1 860.00		
Grupo electrógeno de 20 Kw			10 990.00		
				12 850.00	4.65
EQUIPO AUTOMOTRÍZ					
Camión repartidor	2	7 000	14 000.00		
				14 000.00	5.07
MUEBLES Y ENCERES					
Muebles y enceres			300.00		
Equipos de oficina (computador)			900.00		
				1 200.00	0.43
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA				212 721.39	77.04
Dirección y Supervisión Técnica (10% inv. Fija)			21 272.14		
TOTAL				233 993.53	84.75
IGV (18%)				42 118.84	15.25
TOTAL GENERAL				276 112.37	100.00

Fuente: Elaboración Propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

TABLA 6. 1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GLP

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GLP	REFERENCIA GRÁFICA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Línea de Trasiego</u> (Tubería, Accesorios, Bomba) ➤ <u>Tanque de Almacenamiento</u> (Dimensionado, Accesorios, Silletas) ➤ <u>Línea de Llenado</u> (Tubería, Accesorios, Bomba y Compresor) ➤ <u>Plataforma de Envasado</u> (Manifold, Mangueras de Alta Presión, Basculas y Plataforma) 	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6. 2 LÍNEA DE TRASIEGO

LÍNEA DE TRASIEGO	REFERENCIA GRÁFICA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Tubería:</u> Diámetro: 2 Pulg. – roscado, sin costura. Acero ASTM A-106 Grado B Clase 150 (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) ➤ <u>Accesorios:</u> Acero resistente al GLP (DS-N°027-94-EM y (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) Presión no menor a 28.12 kg/cm² (400 psi) ➤ <u>Bomba de GLP:</u> Caudal de 50 gpm Potencia de 5 HP 	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6. 3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP	REFERENCIA GRÁFICA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Dimensiones del Tanque:</u> Largo: 8.50 m Diámetro: 2.40 m Espesor: 1” Presión Diseño: 250 psi Presión Prueba: 375 psi Presión Operación: 160 psi Material: Acero SA 285 Grado C ➤ <u>Accesorios:</u> Acero y resistentes al GLP (DS-N°027-94-EM y (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) y presión no menor a 28.12 kg/cm² (400 psi) ➤ <u>Silletas:</u> Concreto de acuerdo a cimentación 	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6. 4 LÍNEA DE LLENADO

LÍNEA DE LLENADO	REFERENCIA GRÁFICA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Tubería:</u> Diámetro: 2 Pulg. – roscado, sin costura. Acero ASTM A-106 Grado B Clase 150 (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) ➤ <u>Accesorios:</u> Acero resistente al GLP (DS-N°027-94-EM y (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) Presión no menor a 28.12 kg/cm² (400 psi) ➤ <u>Bomba de GLP:</u> Caudal de 50 gpm Potencia de 5 HP 	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6. 5 PLATAFORMA DE LLENADO

PLATAFORMA DE LLENADO	REFERENCIA GRÁFICA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Manifold:</u> Diámetro: 2 Pulg. – roscado, sin costura. Acero ASTM A-106 Grado B Clase 150 (Normas ASME/ANSI B31.3 y B31.4) ➤ <u>Mangueras de AP:</u> Presión no menor a 28.12 kg/cm² (400 psi) ➤ <u>Basculas:</u> De 5 kg (20 gr) De 10 kg (50 gr) De 45 kg (100 gr) ➤ <u>Plataforma:</u> Concreto de acuerdo a cimentación 	

Fuente: Elaboración Propia

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

6.2.1 Internacional

(Descalzi, 2008); en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, “Planta de GLP – Camuzzi Gas” – ITBA (Instituto Tecnológico de Buenos Aires – Universidad Privada), establece un estudio de mercado con el cual podemos realizar una proyección y así determinar la demanda de comercialización de GLP, distribuyendo en proveedores y así poder determinar la capacidad del tanque para satisfacer la demanda inicial. En contrastación con nuestra investigación se obtuvo el siguiente estudio de mercado.

CAPACIDAD DE BALONES (kg)	CANTIDAD DE DISTRIBUIDORES	VENTA DIARIA (Balones)	DÍAS/MES	TOTAL (kg/mes)
5	10	2	30	3 000
10	10	10	30	30 000
45	10	1	30	13 500
TOTAL (kg/mes)				46 500
TOTAL (gal/mes)				23 064

6.2.2 Nacional

(Monge Talavera, 2002); en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, “Proyecto de Instalación de una planta de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Arequipa”, se determina el dimensionamiento del tanque de almacenamiento y los espesores de este, así como las conexiones y accesorios para su distribución y despacho, propiedades de estos y características del sistema.

Para nuestro sistema se obtuvieron las siguientes dimensiones.

CAPACIDAD	12 000 galones USA
Material	Acero SA 285 Grado C
Diámetro	2.40 m
Longitud parte Cilíndrica	8.50 m
Diámetros de tapas Hemisféricas	2.40 m
Presión de Diseño	250 psi
Presión de Prueba	375 psi
Presión de Trabajo	160 psi

(Díaz Grattelly, 2009), en su Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico, “Proyecto de Instalación de una planta de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Tingo María” - UNMSM, establece las dimensiones del tanque, espesores de este, también la evaluación económica para su desarrollo e implementación.

En comparación con nuestra investigación se obtuvo la siguiente estructura de costos.

PROVEEDOR	S/. (kg)	S/. (galón)	\$ (galón)
Refinería La Pampilla	1.242	2.633	0.761
Impuesto Selectivo al consumo	0.270	0.572	0.165
VALOR DE VENTA	1.512	3.205	0.926
IGV (18%)	0.272	0.577	0.167
PRECIO DE VENTA	1.512	3.205	0.926
Flete	0.094	0.200	0.058
PRECIO GLP PUESTO EN UCAYALI	1.879	3.982	1.151
Margen Comercial (40%)	0.751	1.593	0.460
PRECIO DE VENTA DISTRIBUIDORES	2.630	5.574	1.611
Margen de distribuidor (10%)	0.263	0.557	0.161
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	2.893	6.132	1.772

Cilindro de 5 kg	14.46 soles
Cilindro de 10 kg	28.93 soles
Cilindro de 45 kg	130.18 soles

(Igredda Cámac, 2017), en su Tesis de grado para obtener el título de Economista, “Implementación de una planta envasadora de gas licuado de petróleo en la provincia de Huancayo” - Universidad Continental, detalla la evaluación económica para la implementación de una planta envasadora, lo cual determina el costo de venta que tendrá el balón de GLP para su comercialización y satisfacer al mercado local de Padre Abad – Ucayali.

Venta de GLP en el primer año	526 504.50 galones
Inversión inicial	276 112.37 dólares
Vida útil	10 años
Tasa de descuento	15%
Plazo de depreciación	10 años
Capital de trabajo inicial	12 641.69
Tasa de crecimiento	10, 15, 15, 10, 5, 5, 5, 2, 2

VAN	276,122.05
TIR	31.41%
Razón Beneficio / Costo	1.96

CONCLUSIÓN

- Al realizar el diseño del Sistema de Abastecimiento de GLP para una planta envasadora, se determinó la capacidad del tanque de almacenamiento es de 12,000 galones, con lo cual se tiene que el costo de inversión es de \$. 276,112.37 y una vida útil 10 años.
- Al diseñar la Línea de Trasiego y sus componentes utilizando la norma ANSI /ASME B31.3 y B31.4 se determinó una tubería de 2 pulgadas de diámetro sin costura y con ensamble roscado.
- Al diseñar el Tanque de almacenamiento de 12000 galones, se obtuvo el espesor mínimo requerido de 1 pulgada para el casco y cabezales utilizando la norma UL – 142 y ASME Sección VIII, Div. 1.
- Al diseñar la Línea de llenado y sus componentes utilizando la norma ANSI /ASME B31.3 y B31.4 se determinó una tubería de 2 pulgadas de diámetro sin costura y con ensamble roscado.
- Al seleccionar los componentes de la plataforma de llenado, garantizan la calidad y seguridad de envasado de los balones de GLP, para su comercialización en la planta envasadora.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el precio de materiales a suministrar cotizando en el mercado local e internacional.
- La empresa debería suscribir un convenio con el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Padre Abad - Ucayali, con la finalidad de dar entrenamiento al personal para hacer frente a las contingencias en casos de incendios, derrames o sismos.
- Se deberá construir e instalar el sistema contra incendios descrito en el capítulo de Estudio de Riesgos.
- Realizar un mantenimiento periódico de todas las instalaciones con la finalidad de que se encuentre en buen estado de operatividad ante cualquier emergencia, como se indica en el cuadro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *Mecánica de Fluidos - Fundamentos y Aplicaciones* (1 ed.). México: McGraw Hill / Interamericana Editores.
- Descalzi, G. (2008). *Planta GLP - CAMUZZI GAS*. Instituto Tecnológico de Buenos Aires - ITBA, Buenos Aires.
- Díaz Grattelly, H. (2009). *Proyecto de Instalación de una Planta Envasadora de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Tingo María*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Espinoza Montes, C. (2010). *Metodología de la Investigación Tecnológica*. Huancayo: Imagen Gráfica S.A.C.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México: McGraw Hill - Interamericana Editores.
- Igredda Cámac, A. (2017). *Implementación de una Planta Envasadora de Gas Licuado de Petróleo en la Provincia de Huancayo*. Universidad Continental, Huancayo.
- López Sopeña, J. E. (2001). *Manual de Instalaciones de GLP* (1 ed.). Madrid: OPCIÓN K. comunicación visual SL / CEPSA ELF GAS SA.
- Monge Talavera, M. (2002). *Proyecto de Instalación de una Planta Envasadora de Gas Licuado de Petróleo en la Ciudad de Arequipa*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Mott, R. L., & Untener, J. A. (2015). *Mecánica de Fluidos* (7 ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.

ANEXOS

Anexo 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN UNA PLANTA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL			Variable Independiente Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo	Línea de Trasiego	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Tubería - Longitud - Diámetro - Accesorios - Bomba de despacho
¿Cómo Diseñar el Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo que permita su comercialización en una planta envasadora - Padre Abad - Ucayali?	Diseñar el Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo que permita su comercialización en una planta envasadora - Padre Abad - Ucayali	Si se Diseña el Sistema de abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo se logrará su comercialización en una planta envasadora – Padre Abad – Ucayali		Tanque de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Cimentación - Estructuras y componentes - Hermeticidad - Radiografía
ESPECÍFICOS				Línea de Llenado de GLP	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Tubería - Longitud - Diámetro - Accesorios
¿Cómo diseñar la Línea de Trasiego y componentes para abastecer de GLP al Tanque de Almacenamiento?	Diseñar la Línea de Trasiego y componentes para abastecer de GLP al Tanque de Almacenamiento	Si se diseña adecuadamente la Línea de Trasiego y componentes logrará abastecer de GLP al Tanque de Almacenamiento		Plataforma de Llenado	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de despacho - Singularidades - Bascula calibrada
¿Cómo diseñar el Tanque de Almacenamiento de GLP para su transporte a través de la Línea de Llenado?	Diseñar el Tanque de Almacenamiento de GLP para su transporte a través de la Línea de Llenado	Si se diseña el Tanque de Almacenamiento de GLP se logrará transporte a través de la Línea de Llenado			
¿Cómo diseñar la Línea de Llenado de GLP para su distribución en el Manifold?	Diseñar la Línea de Llenado de GLP para su distribución en el Manifold	Si se diseña la Línea de Llenado de GLP se logrará su distribución en el Manifold			

Anexo 2 – MEMORIA DESCRIPTIVA

1. UBICACIÓN

El terreno del proyecto de instalación de una planta envasadora de GLP se encuentra en la Ciudad de Aguaytía - Padre Abad – Ucayali.

2. ARQUITECTURA

Las instalaciones a construirse de la planta envasadora de GLP constan oficinas de gerencia, administración, sala de equipos, zona de limpieza y pintado, área de prueba hidrostática de cilindros y guardianía. Se construirá una plataforma de cemento de 14.30 m de largo y 5.00 m de ancho con una altura de nivel de piso de 1.00 m, con columnas de concreto para soportar la cobertura metálica apoyada en tijerales angulares debidamente arriostrados. Asimismo, se tendrá una de ingreso vehicular de 6.00 m de ancho y 4.00 m de altura tipo canalón metálico y otra puerta vehicular de similares características; para el ingreso peatonal se cuenta con una puerta metálica independiente de 1.00 m de ancho.

TABLA A2.1 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA ENVASADORA DE GLP

Área total del terreno		1 575.00 m²
Área del proyecto		1 575.00 m²
Área ocupada		381.78 m²
➤ Área techada	158.69 m²	
➤ Plataforma	100.48 m²	
Total, área techada	259.17 m²	
Área usada sin techar		
➤ Zona de influencia de tanque	67.21 m ²	
➤ Zona de cisterna	55.40 m ²	
Total, área usada sin techar	122.61 m²	
Área libre (patio de maniobras)		1 193.22 m²
Porcentaje de área libre		75.76%

Fuente: Elaboración Propia

La limpieza y pintado de los cilindros se realizará en un ambiente diseñado para este fin con amplia ventilación, el equipo de pintura será con soplete alimentado por la compresora de 10 HP que estará ubicada en el cuarto de máquinas.

3. INSTALACIONES SANITARIAS

Las tuberías y accesorios para instalaciones sanitarias de abastecimiento de agua serán de PVC; para el almacenamiento de agua para consumo humano se

dispondrá de un tanque de 10.00 m³ el cual se ubicará en la zona de bombas de agua, se empleará una bomba de 1 HP que permitirá llenar el tanque elevado que se ubicará sobre la zona de limpieza y pintado de cilindros.

La tubería a emplearse en las redes interiores de desagüe y ventilación serán de plástico PVC del tipo liviano (SAL) con accesorios del mismo material. Antes de la instalación de las tuberías, éstas deben ser revisadas interiormente, así como también los accesorios a fin de eliminar cualquier materia extraña adherida a sus paredes.

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todas las instalaciones eléctricas en el interior de la planta serán herméticas y a prueba de explosión, en las zonas de ambiente altamente peligroso. Asimismo, los motores eléctricos blindados y a prueba de explosión y tendrán interruptor automático de sobrecarga.

Como medida de seguridad la planta dispondrá de un grupo electrógeno Diesel de 20 kW de potencia para satisfacer las condiciones de accionamiento de la bomba para suministro de agua para los rociadores de enfriamiento del tanque y los gabinetes contra incendio; este grupo electrógeno será activado automáticamente en caso de desconexiones de las líneas externas.

La planta envasadora contará con dos tableros eléctricos (general y de distribución), desde los cuales se contralarán el suministro parcial o total del fluido eléctrico, estos tableros se encuentran equipados con equipos blindados para instalaciones exteriores.

5. DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS AL INTERIOR DE LA PLANTA ENVASADORA

Las camionetas de venta de los cilindros de GLP que circulen al interior de la planta podrán hacerlo con un radio de giro de 6.00 m, medido desde el punto central de la puerta de acceso con eje de circulación alrededor de la zona de tanques y plataforma, disponiéndose de espacios con amplitud para asegurar su fácil desplazamiento al interior del patio de maniobras tanto de vehículos como

de personas; adicionalmente se ha considerado un radio de giro de 11.00 m para el desplazamiento del camión tanque o cisterna al interior de la planta.

6. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

El estudio del impacto ambiental constituye un documento que tiene como fin anticiparse a las consecuencias ambientales de la pre construcción, construcción, operación y funcionamiento de la planta envasadora de GLP, a fin de proteger el ambiente y la salud de la población. Es por esta razón que se debe considerar a esta etapa como la parte inicial en el planteamiento y desarrollo del proyecto.

En general no existe una definición universalmente aceptada sobre el termino de EIA. El programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), propone (1978):

“... Para identificar, predecir y describir en términos apropiados las ventajas y desventajas de un proyecto de desarrollo propuesto. Para ser útil, la evaluación necesita ser comunicada en términos comprensibles para las comunidades y encargados de tomar las decisiones, y los pros y contas deben ser identificados sobre la base de criterios relevantes para los países afectados”.

Según el Ministerio de Energía y Minas en el “Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos” (DS N° 046-93-EM) define “Estudios de Impacto Ambiental” como:

“los estudios (requeridos para los proyectos de hidrocarburos) sobre los elementos físicos naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales dentro del área de influencia del proyecto”.

6.1. OBJETIVOS DEL EIA

Identificar y evaluar el impacto ambiental de la instalación de la planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo y proponer las medidas de mitigación, control y seguimiento en sus etapas de pre construcción, construcción y operación y abandono.

Otros objetivos son:

- a. Identificar los componentes físicos, bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales de la zona de influencia.
- b. Determinar la capacidad de receptividad de la zona en estudio antes el proyecto.
- c. Cumplir con la legislación ambiental vigente contenida en el reglamento.
- d. Para la protección ambiental de las actividades de hidrocarburos, que establece normas y disposiciones para el desarrollo de las actividades de almacenamiento envasado y comercialización del gas licuado de petróleo.

6.2. BASE LEGAL

Las obligaciones ambientales para la industria en el sector de los hidrocarburos están reguladas en un conjunto de leyes, normas y reglamentos, entre los que se encuentran los siguientes:

- a. Ley orgánica de hidrocarburos, Ley N°26221 del 20/08/93, que normal las actividades de hidrocarburos en el territorio nacional.
- b. Decreto Supremo N° 046-93-EM del 12/11/93; establece que, previo al inicio de cualquier actividad de hidrocarburos, el responsable del proyecto presentará a la autoridad el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.
- c. Reglamento para la comercialización de Gas Licuado de Petróleo, Decreto Supremo N° 027-94-EM del 17/05/94.
- d. Texto único de Procedimientos Administrativos TUPA del Ministerio de Energía y Minas.

6.3. METODOLOGÍA

La metodología consiste en la caracterización del ambiente físico, biótico, abiótico, social y económico. Luego se identificaron los principales impactos tanto positivos y negativos y se evaluaron estos impactos para determinar si son benéficos, planeados, reversibles, irreversibles, etc.

Con la caracterización del ambiente se han elaborado las matrices cromáticas de cada una de las etapas del proyecto.

6.4. PLAN DE CONTINGENCIAS

El plan de contingencias contiene directivas administrativas y operativas definidos de manera que todo personal previo conocimiento de estas pautas pueda desempeñarse eficientemente en cualquier emergencia que se presente. Tiene por finalidad lograr el control de cualquier situación de emergencia en el menor tiempo posible, con la mayor coordinación, sincronización y el menor riesgo de los que están involucrados.

6.4.1. Objetivos

- a. Establecer una organización responsable de controlar en forma oportuna y adecuada una emergencia, así como de ejecutar las operaciones de limpieza y rehabilitación de la zona afectada, minimizando daños.
- b. Protección general de las instalaciones, garantizando la seguridad del establecimiento y del vecindario en general.
- c. Evitar pérdidas de vidas humanas, tanto en al interior de los límites de la empresa y a las propiedades vecinas, en coordinación con las autoridades relacionadas a siniestros.

6.4.2. Acciones a tomar en caso de incendio

- a. Tratar por todos los medios de parar la fuga, cortando el flujo de gas. Si se corta el flujo de gas hacia la fuga, el incendio se apagará solo.
- b. Si el incendio empieza en la línea de llenado mientras se realiza el llenado de un cilindro, no retirar la conexión de llenado porque se extenderá el fuego; dejar la manguera a en su sitio, cerrar la válvula de llenado, apagar la bomba de GLP y poner en funcionamiento los rociadores de enfriamiento del tanque.
- c. Si no fuera posible para la fuga no debe tratarse de apagar el fuego. Si se apaga el fuego antes de cortar el flujo, los vapores se escaparán para cubrir un área muy grande, con la posibilidad de una posterior explosión.
- d. Si la fuga no pudiera ser cortada, se seguirá aplicando agua hasta el Gas Licuado de Petróleo se consuma por completo, a fin de evitar que la presión

interna del recipiente se eleve y también evitar el aumento de temperatura excesiva en las instalaciones adyacentes.

- e. Si el fuego es de mayores proporciones, enviar por ayuda mientras se trata de apagar el incendio. La información de los teléfonos de los bomberos debe estar a la vista y todos deben conocer la ubicación de las alarmas para ponerlas en acción.
- f. Terminando el incendio seguir rociando agua al tanque, tuberías y estructuradas hasta asegurarse que la temperatura y presión estén en sus niveles normales (15 a 22 °C y 160 psi).

7. ESTUDIO DE RIESGOS

El objeto del estudio de riesgos, es analizar e identificar los probables escenarios de emergencia que pudieran presentarse en la planta envasadora, teniendo en cuenta los parámetros de exposición de fugas de gases e incendios y los riesgos circundantes que pudieran afectar también a otros predios.

7.1. ANÁLISIS DE POSIBLES ESCENARIOS DE EMERGENCIA

7.1.1. Zona del tanque estacionario

Según el artículo 73 inciso 2 del Decreto Supremo N° 02794-EM, se debe contar con un sistema fijo de rociadores que cumpla una densidad de enfriamiento no menor a 10.2 lpm/m² (2.6945 gpm/m²) de área expuesta, el mismo que debe estar integrado con el sistema de agua contra incendio de la planta envasadora.

Considerando las características del tanque descritas en el punto ---, el área total será de 82.19 m². Por lo tanto, el flujo total de agua requerido para enfriamiento del tanque será de 221.45 gpm.

7.1.2. Zona de trasiego del camión cisterna al tanque estacionario

En este caso se determinará el flujo necesario de agua para enfriar la cara expuesta del tanque de almacenamiento estacionario adyacente a la zona de trasiego, como el flujo total para enfriar todo el tanque es de 221.45 gpm y necesiéndose enfriar solamente la cara expuesta a la zona de trasiego, se

considerar la mitad del área del tanque y por consecuencia la mitad del flujo de agua que en este caso sería de 110.72 gpm.

Adicionalmente y teniendo en cuenta las exigencias de la NFPA 15, el requerimiento de flujo en el gabinete contra incendio más alejado a la zona de trasiego es de 125.00 gpm, considerando mangueras contra incendio de 2 1/2" de diámetro con 75 psi de presión de salida.

Por lo tanto, el requerimiento de flujo de agua total será:

**TABLA A2.2 FLUJO DE AGUA PARA ENFRIAMIENTO Y GABINETE
CONTRA INCENDIO**

Flujo de agua para enfriamiento de tanque (cara externa)	110.72 gpm
Flujo de agua para gabinete contra incendio	125.00 gpm
Flujo de agua total requerido	235.72 gpm

Fuente: Elaboración Propia

Este flujo de agua de 235.72 gpm es requerido en caso se active la emergencia en uno de los extremos del tanque estacionario, hacia el lado de la zona de trasegado del gas desde el camión cisterna.

7.1.3. Plataforma de llenado y almacenamiento de cilindros

Si ocurriese una emergencia de incendio en esta zona, se tendrá que utilizar el gabinete contra incendio para amagarla y enfriar la otra expuesta del tanque de almacenamiento estacionario, por lo que, teniendo en cuenta que se observan las mismas características de lo explicado en el punto anterior, el flujo de agua necesario también sería de 235.72 gpm.

8. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Resguardar la integridad de los trabajadores y de las instalaciones de la planta es parte fundamental de la seguridad industrial; en esta parte se describe los posibles escenarios donde el trabajador podría sufrir algún accidente, también la seguridad referente a la posición del tanque estacionario y los avisos de seguridad que existirán en la planta, también describe los equipos de protección personal para los trabajadores y los equipos de protección industrial, tanto interna como externa para la protección de la planta en seguridad industrial.

8.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se ha considerado evitar condiciones adversas en el local de la planta envasadora de GLP, que bajo determinadas circunstancias provocaría en los operarios enfermedades específicas o agravar defectos orgánicos preexistentes.

El aspecto preventivo y de control de los factores involucrados en el deterioro de la salud de los trabajadores debido a las condiciones ambientales, es competencia de la Higiene Industrial.

8.1.1. Agentes Físicos

En este grupo se consideran los niveles de ruido elevados en la zona de envasado y el peligro de trabajar con GLP a presión durante las operaciones de envasado.

8.1.2. Agentes Químicos

La posible contaminación por absorción de pintura pulverizada en el área de pintado. Para minimizar dicho riesgo se deberá contar con ropa de trabajo adecuado, uso de guantes y máscaras respiratorias.

8.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS DE SEGURIDAD

Para efectos de operar la planta en las mejores condiciones de seguridad, se tomará en cuenta el siguiente sistema y equipos:

8.2.1. Seguridad por criterios de ubicación

Según el DS N°027-94-EM en el título 7 del Artículo 73 dice que, para la instalación de tanques estacionarios en plantas envasadoras, se dará en cuenta las distancias mínimas en metros, relacionados en función al volumen de los tanques y no a la capacidad de almacenamiento; por lo tanto, como la capacidad de almacenamiento del tanque estacionario es de 12 000 galones, entonces se ubicará a más de 12 m de la edificación a construirse y de los linderos de la propiedad.

8.2.2. Avisos de seguridad

Se deberá mantener en lugares visibles de la planta los letreros con instrucciones de manejo y seguridad respecto al GLP. Dichos letreros serán pintados de

acuerdo a la NTP N° 399.009 con letras rojas y fondo blanco, con las siguientes inscripciones:

TABLA A2. 3 PROHIBICIONES

PROHIBITIVAS
<ul style="list-style-type: none">➤ Se prohíbe fumar➤ Prohibido hacer fuego abierto dentro de la planta➤ Se prohíbe el paso de vehículos o personas no autorizadas➤ Se prohíbe el paso a esta zona a personal no autorizado

Fuente: Elaboración Propia

TABLA A2. 4 PREVENCIONES

PREVENTIVAS
<ul style="list-style-type: none">➤ Velocidad máxima 20 km/h➤ No opere sin la conexión puesta a tierra➤ Peligro gas inflamable➤ Apague el motor, radio y equipos eléctricos de su vehículo➤ Calzar el vehículo con tacos para inmovilizarlo en la carga y descarga

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente quedará prohibido el uso de armas de fuego, el ingreso de personas con lámparas de mano a base de combustible y de las lámparas eléctricas que no sean apropiadas para atmósfera de gas inflamable.

Se prohibirá el ingreso de todo vehículo con motor de combustión interna desprovisto de mata chispas o silenciadores, o cuando estén deteriorados para tal efecto existirá a la entrada de la planta un aviso indicando esta medida.

8.2.3. Identificaciones

a. Tuberías

Todas las tuberías conductoras de GLP, aire, agua para consumo y contra incendio y para instalaciones eléctricas serán pintadas con colores de acuerdo a la NTP 399.009.

TABLA A2. 5 CODIFICACIÓN DE COLORES PARA TUBERÍAS EN PLANTA ENVASADORA

COLOR	DESCRIPCIÓN
Rojo	Tubería de agua contra incendio
Amarillo Ocre	GLP en fase gaseosa
Aluminio	GLP en fase líquida
Azul Claro	Aire
Verde	Agua para consumo humano

Fuente: NTP 399.009

b. Elemento de Protección

Los postes de protección de la zona de almacenamiento serán pintados en franjas alternadas y diagonales de color amarillo y negro con proporciones de acuerdo a la NTP 399.009.

c. Instalaciones de descarga de corriente estática

Todos los equipos que de una u otra forma produzcan acumulación de corriente estática, estarán protegidos con instalaciones a tierra; para tal efecto dichas instalaciones contarán con cable tipo AWG#2 que asegure una adecuada transmisión de corriente estática a tierra, a través de una varilla de cobre de 3/4" de diámetro por 2.40 m de longitud; estas instalaciones tendrán una resistencia de entre 5 y 8 ohms.

8.2.4. Equipos de Protección

En previsión de accidentes se ha considerado la utilización de los siguientes equipos de protección:

a. Protección respiratoria

Se contará con 4 equipos respirador buco nasal con uno o dos cartuchos los que podrán ser de tipo químico (para gases o vapores), a utilizarse en el área de pintado y envasado.

b. Protección Auditiva

Se adquirirán 8 equipos de protección auditiva, para áreas donde los equipos generan ruidos por encima de los 90 decibeles (dB), los cuales emplearán durante todo el tiempo de exposición al ruido.

c. Protección para en Tronco

La protección de esta parte del cuerpo será mediante el uso de overoles confeccionados especialmente para la protección del cuerpo.

d. Protección para Manos

Será obligatorio que el personal de planta utilice guantes de cuero amarillo o cuero cromado, en operaciones diarias, asimismo, existirá un stock de los mismo en el almacén.

e. Primeros Auxilios

En la planta existirá un botiquín de primeros auxilios que contenga medicamentos para tratamientos de quemaduras graves, intoxicación por gases, hemorragias y hematomas.

9. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

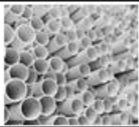
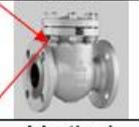
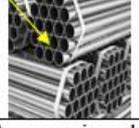
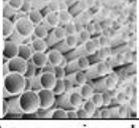
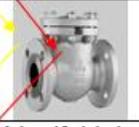
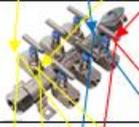
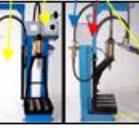
Se deberá hacer un mantenimiento preventivo a las instalaciones de la planta envasadora, según plan de acciones y frecuencias que se determinará de acuerdo a los instrumentos a monitorear.

TABLA A2. 6 RELACIÓN DE ACCIONES A REALIZAR PARA UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

OPERACIÓN	FRECUENCIA
Inspección y calibración de los instrumentos de medición, las alarmas de temperatura y de la presencia de hidrocarburos	Mensual
Prueba manual del funcionamiento de los rociadores	Mensual
Prueba del buen funcionamiento y verificación de su operatividad	Mensual
Inspección de extintores y verificación de su operatividad	Trimestral
Verificación del nivel en la cisterna de agua contra incendio y revisión de los reportes de dichos niveles	Diario
Prueba del funcionamiento de la bomba contra incendio y de los hidratantes	Mensual
Calibración de las válvulas de seguridad	Anual
Inspección del buen estado de la pintura de tuberías y tanque de almacenamiento	Anual
Calibración de espesores en puntos críticos del tanque de GLP	Cada 2 años
Prueba hidrostática del tanque de almacenamiento de GLP	Cada 6 años

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3 – Matriz Morfológica

SECUENCIA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
LÍNEA DE TRASIEGO	Acero al Carbono	Acero Inoxidable	Cobre	Plástico
				
	Accesorios de Hierro Fundido	Accesorios de Acero	Accesorios de Cobre	Accesorios de Bronce
				
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP	Horizontal	Vertical		
				
	Superficial	Enterrado	Monticulado	
				
LÍNEA DE LLENADO	Acero al Carbono	Acero Inoxidable	Cobre	Plástico
				
	Accesorios de Hierro Fundido	Accesorios de Acero	Accesorios de Cobre	Accesorios de Bronce
				
PLATAFORMA DE LLENADO	Manifold Alta Presión	Manifold de Tubo		
				
	Balanza Automática	Balanza Manual		
				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 – Catálogos



Vigas - Planchas - Tubos - Angulos - Canales - Válvulas - Fittings

PLANCHAS Y BOBINAS, CALIDAD RECIPIENTES PARA GAS

Descripción

Producto laminado en caliente, con propiedades especiales para estampado profundo

Usos

Para la fabricación de recipientes a presión, tales como botellas o cilindros para gas licuado de petróleo (GLP) y aire comprimido, etc.

Norma a Suministrarse y Propiedades Mecánicas

NORMA TECNICA	Limite de Fluencia			Resistencia a la Tracción			Elongación
	Kg/mm ²	ksi	Mpa	Kg/mm ²	ksi	Mpa	%
JIS G 3116 grado SG 255	26 mín	37 mín	256 mín	41 mín	58 mín	405	28 mín
JIS G 3116 grado SG 295	30 mín	23 mín	296 mín	45 mín	64 mín	444	26 mín

Composición Química

NORMA TECNICA	COMPOSICION QUIMICA, VALORES MAXIMOS					
	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Al %
JIS G 3116 grado SG 255	0.20	0.30	-	0.030	0.030	-
JIS G 3116 grado SG 295	0.20	1.00	0.35	0.030	0.030	-

Norma, Dimensiones y Pesos Teóricos de Suministro

NORMA TECNICA	SISTEMA METRICO			PESOS TEORICOS			AREA DE PLANCHA	
	Espesor	Ancho	Largo	kg/plancha	kg/m ²	kg/plie ²	m ²	pie ²
JIS G 3116 grado SG 255	2.2	1100	2160	41.034	17.270	1.604	2.376	25.575
	2.2	1100	2400	45.593	17.270	1.604	2.640	28.417
	2.2	1200	2400	49.738	17.270	1.604	2.880	31.000

Dimensiones

Espesores: De 2.2mm a 6.0mm

Anchos: 1100mm y 1200mm

Otros Largos: Previo Acuerdo con el Cliente



Vigas - Planchas - Tubos - Angulos - Canales - Válvulas - Fittings

TUBOS SCH 40, SCH 80, STD S/C y C/C Longitudinal

Descripción

Producto obtenido por laminación en caliente a partir de un eje, barra redonda o tocho de acero estructural.

Usos

Tubos para la conducción de fluidos, sometidos a alta presión o altas temperaturas, en la Industria Petroquímica, Minería, Pesca, Textiles, Sistemas Contra Incendio, e Industria en General

ASTM A 53/A 53M grado B: Conducción de fluidos a alta presión

ASTM A 106/A 106M grado B: Conducción de fluidos a altas temperaturas

API 5 L grado B: conducción de fluidos en la industria del petróleo

Norma a Suministrarse y Composición Química

NORMA TECNICA	C %	Mn %	Si %	P %	S %
ASTM A 53/A 53 grado B	0.30 máx	1.20 máx	-	0.050 máx	0.045 máx
ASTM A 106/A 106 grado B	0.30 máx	0.29 - 1.06	0.10 mín	0.035 máx	0.035 máx
API 5L grado B	0.28 máx	1.20 máx	-	0.030 máx	0.030 máx

Propiedades Mecánicas

NORMA TECNICA	Limite de Fluencia			Resistencia a la Tracción		
	Kg/mm ²	ksi	Mpa	Kg/mm ²	ksi	Mpa
ASTM A 53/A 53 grado B	25 mín	35 mín	240 mín	42 mín	60 mín	415 mín
ASTM A 106/A 106 grado B	25 mín	35 mín	240 mín	42 mín	60 mín	415 mín
API 5L grado B	25 mín	35 mín	241 mín	42 mín	60 mín	414 mín

Dimensiones y Pesos Teóricos

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Schedule N°	Espesor de Pared		Peso Teórico Kg/m	Presión de Prueba	
	pulgada	mm		pulgada	mm		libras/pulgada ²	Kg/cm ²
* 1/2"	0.840	21.3	40	0.109	2.770	1.270	700	49.20
			80	0.147	3.730	1.620	850	60.00
* 3/4"	1.050	26.7	40	0.113	2.870	1.690	700	49.20
			80	0.154	3.910	2.200	850	60.00

* Extremos planos

Extremos biselados, para diámetros > a 2"



Vigas - Planchas - Tubos - Angulos - Canales - Válvulas - Fittings

TUBOS SCH 40, SCH 80, STD S/C y C/C Longitudinal

Dimensiones y Pesos Teóricos

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Schedule Nº	Espesor de Pared		Peso Teórico	Presión de Prueba	
	pulgada	mm		pulgada	mm	Kg/m	libras/pulgada ²	Kg/cm ²
* 1"	1.315	33.4	40	0.133	3.380	2.500	700	49.20
			80	0.179	4.550	3.240	850	60.00
* 1 ¼"	1.660	42.2	40	0.140	3.560	3.390	1300	91.00
			80	0.191	4.850	4.470	1900	133.00
* 1 ½"	1.900	48.3	40	0.145	3.680	4.050	1300	91.00
			80	0.200	5.080	5.410	1900	133.00
2"	2.375	60.3	40	0.154	3.910	5.440	2500	175.00
			80	0.218	5.540	7.480	2500	175.00
2 ½"	2.875	73.0	40	0.203	5.160	8.630	2500	175.00
			80	0.276	7.010	11.410	2500	175.00
3"	3.500	88.9	40	0.216	5.490	11.290	2500	175.00
			80	0.300	7.620	15.270	2500	175.00
4"	4.500	114.3	40	0.237	6.020	16.070	2210	155.00
			80	0.337	8.560	22.320	2800	196.00
5"	5.563	141.3	40	0.258	6.550	21.770	1950	137.00
			80	0.375	9.520	30.940	2800	196.00
6"	6.625	168.3	40	0.280	7.110	28.260	1780	125.00
			80	0.432	10.970	42.560	2740	192.00
8"	8.625	219.1	40	0.322	8.180	42.550	1570	110.00
			80	0.500	12.700	64.640	2430	170.00
10"	10.750	273.0	40	0.365	9.270	60.290	1430	100.00
			80	0.594	15.090	95.970	2320	162.00
12"	12.750	323.8	40	0.406	10.310	79.700	1340	94.00
			80	0.688	17.480	132.040	2270	159.00
			STD S/C	0.375	9.520	73.880	1240	87.00
			STD ERW	0.375	9.520	73.880	1240	87.00

* Extremos planos

Extremos biselados, para diámetros > a 2"

Dimensiones y Pesos Teóricos

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Schedule Nº	Espesor de Pared		Peso Teórico Kg/m	Presión de Prueba	
	pulgada	mm		pulgada	mm		libras/pulgada²	Kg/cm²
14"	14.000	355.6	40	0.438	11.130	94.550	1310	92.00
			80	0.750	19.050	158.100	2250	158.00
			STD S/C	0.375	9.520	81.250	1120	79.00
			STD ERW	0.375	9.520	81.250	1120	79.00
16"	16.000	406.4	40	0.500	12.700	123.300	1310	92.00
			80	0.844	21.440	203.530	2200	156.00
			STD S/C	0.375	9.520	93.170	980	69.00
			STD ERW	0.375	9.520	93.170	980	69.00
18"	18.000	457.2	40	0.562	14.270	155.870	1310	92.00
			80	0.938	23.830	254.550	2190	154.00
			STD S/C	0.375	9.520	105.100	880	62.00
			STD ERW	0.375	9.520	105.100	880	62.00
20"	20.000	508.0	STD S/C	0.375	9.520	117.100	790	55.00
			STD ERW	0.375	9.520	117.100	790	55.00
24"	24.000	609.6	STD S/C	0.375	9.520	141.120	660	46.00
			STD ERW	0.375	9.520	141.120	660	46.00
30"	30.000	762.0	STD SAW	0.375	9.520	176.850	520	37.00

Extremos biselados, para diámetros > a 2"