

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SUMINISTRO DE GAS NATURAL A LA
PLANTA DE TRANSFORMACIÓN DE GRANOS Y CEREALES DE ALIMENTOS
BALANCEADOS, MUNICIPIO DE YAMPARAEZ DEL DEPARTAMENTO DE
CHUQUISACA, POR EL SISTEMA DE RED PRIMARIA**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

DARIO ONOFRE YUCRA

Sucre - Bolivia

2023

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Dario Onofre Yucra

Sucre, diciembre de 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño a mi familia quienes en todo momento me brindaron su apoyo incondicional y al igual que mi persona se sacrificó en todo este proceso de formación para que sea una persona de bien en favor de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por iluminar mis pasos durante todo este tiempo y darme la sabiduría y fuerza para culminar otra etapa más en mi vida.

A la Universidad Mayor Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por impartirnos sus conocimientos durante estos años.

A la facultad de tecnología por cobijarnos en sus instalaciones durante la formación profesional.

A todos los facilitadores del diplomado, por compartir sus experiencias y conocimiento.

A mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento.

A todos los docentes de la carrera por enseñarnos su conocimiento

RESUMEN

El proyecto de la Planta de Transformación de Granos y Cereales de Alimentos Balanceados, en el Municipio de Yamparáez, Chuquisaca, presenta un avance del 82%. Aunque inicialmente se planificó la financiación para la construcción de la planta, se ha identificado la necesidad de incorporar una red primaria para el suministro de gas. Esta investigación detalla el diseño y construcción de dicha red primaria.

De tal sentido se propuso abordar la demanda de gas requerida para la planta de cereales. Seguidamente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo para determinar la ruta más apropiada que conectaría la red primaria desde el punto más cercano, en este caso, el city gate. Finalmente, se realizó un análisis técnico y económico integral para la implementación efectiva de la red primaria. Este enfoque secuencial garantiza una comprensión completa de los requisitos de suministro de gas, la selección estratégica de la ruta y una evaluación detallada de viabilidad técnica y económica, sentando así las bases para el éxito en la implementación de la red primaria para la planta de cereales.

En cuanto a resultados, la demanda de gas se determinó meticulosamente, considerando las operaciones de los equipos las 24 horas, resultando en una necesidad de 309.695 millones de pies cúbicos diarios (MPCD). La elección estratégica de la ruta para la red primaria, evitando cruces y minimizando impactos, destaca una planificación cuidadosa. La selección de un diámetro de tubería de 3 pulgadas garantiza eficiencia en el suministro.

El análisis económico comprehensivo considera diversos elementos, incluyendo costos de materiales y obras civiles, proyectando una inversión global estimada de 4.896.277,2 bolivianos. Este cálculo abarca detalladamente los recursos financieros necesarios para la implementación exitosa de la red primaria, proporcionando una visión integral de los aspectos económicos vinculados al proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.1. Justificación Practica.	4
1.3.2. Justificación Teórica.....	4
1.4. METODOLOGÍA.....	5
1.4.1. Técnicas de investigación.....	5
1.4.2. Instrumentos de investigación	5
CAPITULO II: DESARROLLO.....	6
2.1. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1. Marco conceptual.....	6
2.1.1.1. Gas Natural.	6
2.1.1.1.1. Gas Metano (Comercial).....	7
2.1.1.1.2. Gas Natural Licuado (GNL).....	7
2.1.1.1.3. Gas Natural Comprimido (GNC)	7
2.1.1.1.4. Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	7
2.1.1.2. Propiedades físicas del Gas Natural.	8
2.1.1.2.1. Viscosidad del gas natural.	8

2.1.1.2.2. Densidad del gas.....	8
2.1.1.2.3. Poder calorífico del gas	8
2.1.1.2.4. Factor de compresibilidad.	9
2.1.1.3. Transporte del gas natural.....	9
2.1.1.4. Distribución.	9
2.1.1.4.1. Estación de despacho (City Gate).....	10
2.1.1.4.2. Red primaria	10
2.1.1.4.3. Estaciones Distritales de Regulación (EDR)	11
2.1.1.4.4. Red Secundaria	11
2.1.1.5. Uso del Gas Natural.....	11
2.1.1.6. Gasoducto:	12
2.1.1.7. Red primaria:	12
2.1.1.8. Gasoducto Tarabuco-Sucre:	12
2.1.1.9. Infraestructura energética:	12
2.1.1.10. Transporte de gas:.....	13
2.1.1.11. Desarrollo regional:	13
2.1.2. Marco contextual.	13
2.1.2.1. Ubicación geográfica	13
2.1.2.2. Ubicación de la planta	15
2.2. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS	16
2.2.1. Análisis de demanda	16
2.2.1.1. Características de la dementada.....	16
2.2.2. Análisis de oferta	21
2.2.2.1. Descripción del área de producción actual de cereales, volúmenes de producción y tecnología aplicada	21
2.2.3. Capacidad de producción de la planta de cereales	24
2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	25
2.3.1. Análisis de demanda de gas a la planta de Cereales en el Municipio de Yamparaez	25
2.3.2. Determinación de la longitud de la red primaria	28
2.3.2.1. Estación distrital de regulación (EDR) en la planta de cereales	30

2.3.2.2. Determinación del diámetro de la tubería.....	30
2.3.3. Análisis técnico para la implementación de red primaria.....	32
2.3.3.1. Obras civiles	32
2.3.3.2. Obras mecánicas.....	35
2.3.4. Análisis económico para la implementación de red primaria a la planta de cereales.	38
2.3.4.1. Costo de la Red Primaria.	38
2.3.4.2. Costo estación distrital de regulación.....	41
CAPITULO III: CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Límites Territoriales y División Política de la Provincia Yamparaez</i>	14
Figura 2: <i>Ubicación de la planta de Cereales.....</i>	15
Figura 3: <i>Ruta más adecuada de la red primaria</i>	28
Figura 4: <i>Perfil topográfico de la ruta de la red primaria.....</i>	29
Figura 5: <i>Estación distrital de regulación.....</i>	30
Figura 6: <i>Relleno de la zanja.....</i>	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Presión de transporte de gas natural</i>	10
Tabla 2: <i>Datos generales de la ubicación de la planta de cereales</i>	16
Tabla 3: <i>Cuadro de consumo de los diferentes productos</i>	17
Tabla 4: <i>Estimación de la demanda Hojuelas</i>	18
Tabla 5: <i>Estimación de la demanda glucosa</i>	18
Tabla 6: <i>Estimación de la demanda Quaker</i>	19
Tabla 7: <i>Estimación de la demanda Chocapic</i>	20
Tabla 8: <i>Volúmenes de producción municipio de Yamparáez (Tn)</i>	21
Tabla 9: <i>Proyección de la oferta del Maíz</i>	22
Tabla 10: <i>Proyección de la oferta del trigo</i>	23
Tabla 11: <i>Proyección de la oferta de cebada</i>	24
Tabla 12: <i>Capacidad de producción de la planta en toneladas</i>	25
Tabla 13: <i>Equipos instalados en la planta que funcionan a gas natural</i>	26
Tabla 14: <i>Estimación del caudal requerido de cada equipo por horas trabajadas</i>	27
Tabla 15: <i>Valores constantes de la ecuación de Weymouth</i>	31
Tabla 16: <i>Resultados del cálculo de diámetro</i>	32
Tabla 17: <i>Costos generales Red primaria</i>	38
Tabla 18: <i>Costos de obras civiles de Red primaria</i>	39
Tabla 19: <i>Costos de obras mecánicas de Red primaria</i>	40
Tabla 20: <i>Costo total para construcción de red primaria</i>	41
Tabla 21: <i>Costo de materiales de EDR (estación distrital de regulación)</i>	41
Tabla 22: <i>Costo de Obras Civiles y Mecánicas del EDR</i>	42
Tabla 23: <i>Costo acometida del EDR</i>	42

Tabla 24: <i>Costo total para construcción del EDR</i>	43
Tabla 25: <i>Costo total para la ejecución de la obra.....</i>	43

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

En el año 2023, la Universidad Mayor de San Andrés fue testigo de la realización de una significativa investigación enmarcada en la carrera de Ingeniería Petrolera. Bajo el título "Diseño de la Red Primaria de Gas Natural para el Municipio de Tiwanacu, Provincia Ingavi, Departamento de La Paz", este estudio aborda de manera exhaustiva conceptos fundamentales cruciales para la concepción de una infraestructura eficiente de distribución de gas natural. La investigación se adentra en diversos aspectos, incluyendo la selección adecuada de tuberías y la meticulosa planificación de obras civiles y mecánicas, aspectos esenciales para garantizar la eficiencia y durabilidad de la red propuesta. Además, se destaca la consideración del aspecto económico en el diseño, reflejando una perspectiva integral que busca proporcionar un servicio esencial de gas natural a la comunidad de Tiwanacu. Este estudio se erige sobre una sólida fundamentación teórica y práctica, fusionando el conocimiento académico con la aplicación concreta en el ámbito ingenieril. Su propósito esencial radica en contribuir al desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la comunidad de Tiwanacu, a través de la implementación eficiente y bien fundamentada de una red primaria de gas natural (Yampa Quispe, 2023).

En el año 2016, la Universidad Andina Simón Bolívar fue escenario de la realización de una destacada Maestría en Gestión Estratégica de Energía, con especialización en hidrocarburos y electricidad. El título de la maestría, "Análisis de la Factibilidad para el Suministro de Gas Natural para la Planta de Cemento en el Departamento de Oruro", aborda con profundidad la evaluación de dos alternativas para el suministro de gas a la mencionada planta de cemento. El estudio considera, en primera instancia, la opción de establecer una red primaria que conectaría Caracollo con la planta, responsabilidad que recaería en la Gerencia de Redes de Gas y Ductos de YPFB. La segunda alternativa propuesta implica la construcción de una línea ramal, cuya ejecución estaría a cargo de YPFB Transporte. En el análisis normativo, se llega a la conclusión de que ambas opciones cuentan con el respaldo legal necesario para su implementación. Finalmente, se destaca que los costos de inversión pueden ser gestionados a través de recursos propios de la distribuidora o mediante el FONGAS, abriendo la puerta a diversas fuentes de financiamiento para ambas alternativas. Este estudio, al profundizar en la viabilidad técnica, legal y financiera de las opciones propuestas, busca

proporcionar una base sólida para la toma de decisiones en relación con el suministro de gas natural a la planta de cemento en el departamento de Oruro (Valeriano Yujra, 2016).

En el año 2018, en la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, en la facultad de Ciencias y Tecnología, específicamente en la carrera de Ingeniería de Petróleo y Gas Natural, se llevó a cabo un destacado proyecto de grado titulado "Estudio Técnico Económico para el Suministro de Gas Natural para la Población de Caiza D – Potosí por el Sistema de Gas Virtual". La investigación inicia con una proyección detallada del diseño de una estación satelital de regasificación (ESR), destinada a suministrar gas natural a la población de Caiza D. Se enfatiza que la instalación de esta estación no solo abastecerá a dicha población, sino que también se proyecta para servir a comunidades circundantes. Este enfoque permitirá la distribución continua de gas natural mediante la utilización de gas licuado, proveniente de la planta de licuefacción de Rio Grande. En última instancia, la investigación determina las características fundamentales de la ESR. Se destaca que la capacidad de los tanques de almacenamiento de gas natural licuado (GNL) será de 80 m³, consolidando así las bases técnicas y económicas para la implementación exitosa de este sistema de suministro de gas en beneficio de la población de Caiza D y sus áreas adyacentes (Costas Bustillo, 2018).

En el municipio de Yamparaez está en construcción la planta industrial para transformación de granos y cereales de alimentos balanceados. En este contexto, se ha hecho evidente que garantizar un suministro fiable de gas es crucial para el correcto funcionamiento de diversos equipos esenciales, incluidas las calderas. Por lo tanto, el suministro de gas se convierte en un componente crítico para garantizar el funcionamiento eficaz de esta instalación industrial, que desempeñará un papel clave en la producción de piensos equilibrados en la región.

El suministro de gas natural es crucial no sólo para apoyar la producción de alimentos de alta calidad, sino también para impulsar el crecimiento económico y la creación de empleo en la comunidad de Yamparaez. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo un análisis exhaustivo y el análisis técnico de una red primaria que establezca la conexión entre la fuente de gas adecuada y la planta de cereales, garantizando un suministro constante y fiable que apoye el funcionamiento de esta instalación crucial en la región. El objetivo de este estudio de viabilidad es evaluar la viabilidad del suministro de gas natural a la planta de cereales del municipio de

Yamparaez, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y ambientales relevantes para garantizar un desarrollo sostenible.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La construcción de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados en el municipio de Yamparaez representa un hito significativo para la economía local y regional. Esta iniciativa promete impulsar el desarrollo económico al generar empleo y fortalecer la cadena agroalimentaria. Sin embargo, la viabilidad operativa de la planta se ve amenazada por la falta de un suministro constante y confiable de gas, fundamental para alimentar equipos críticos como calderos y sistemas de secado.

Esta carencia plantea un desafío crucial que requiere atención inmediata para garantizar el funcionamiento eficiente y sostenible de la planta. La dependencia de este recurso energético vital destaca la necesidad de explorar soluciones prácticas y sostenibles que aseguren un suministro ininterrumpido de gas, salvaguardando así el potencial impacto positivo de la planta en la economía local y regional. Abordar este problema de manera efectiva no solo garantizará la operación exitosa de la planta, sino que también consolidará su papel como motor de desarrollo económico en la región.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo general

Realizar el estudio de factibilidad del suministro de gas natural a la planta de transformación de granos y cereales de alimentos balanceados, Municipio de Yamparaez, del Departamento de Chuquisaca, por el sistema de red primaria

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de demanda de gas natural que quiere la planta de transformación de granos y cereales de alimentos balanceados
- Determinar la longitud de la red primaria a partir de la proyección desde el city gate hasta la planta de cereales

- Evaluar la viabilidad técnica y económica de la construcción de una red primaria que permita el transporte eficiente del gas natural desde la fuente hasta la planta de cereales.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

1.3.1. Justificación Practica.

La implementación de una red primaria desde el gasoducto Tarabuco-Sucre hasta la Planta de Cereales de Yamparaez se sustenta en tres justificaciones clave. Desde el punto de vista técnico, esta infraestructura es esencial para garantizar un suministro eficaz y fiable de gas natural, optimizando el funcionamiento de la planta y contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto. Socialmente, la construcción de la red primaria genera empleo local, impulsa el desarrollo económico y promueve la producción de alimentos balanceados, beneficiando a la comunidad agrícola de Yamparaez. Económicamente, el proyecto es ventajoso al mejorar la rentabilidad de la planta de cereales, reducir costos operativos y atraer inversiones, equilibrando inversiones iniciales con ahorros operativos y oportunidades de crecimiento a largo plazo. Este enfoque integral respalda no solo la eficiencia técnica, sino también el desarrollo social y económico de la región.

1.3.2. Justificación Teórica.

La presente investigación pretende mejorar y reforzar los conocimientos adquiridos durante el programa del diplomado. La inclusión de contenidos tanto teóricos como prácticos será beneficiosa para la mejora continua de los conocimientos del estudiante universitario, tanto a nivel personal como en sus futuras actividades profesionales.

La universidad contará con un documento que aborde el estudio de factibilidad de abastecimiento de gas natural a la planta de transformación de granos y cereales para alimento balanceado del municipio de Yamparaez, departamento de Chuquisaca, a través del sistema de red primaria. Este documento servirá de base para futuros proyectos.

1.4. METODOLOGÍA.

La presente monografía es una investigación propositiva, con un enfoque cuantitativo (Sampieri, 2018).

1.4.1. Técnicas de investigación.

La información fundamental para la elaboración de la presente monografía fue suministrada por la planta de cereales mediante informes. Para obtener estos datos, se formuló una solicitud por escrito al encargado de la planta. Asimismo, se llevó a cabo una entrevista con el responsable de la planta. Además, se llevó a cabo la revisión de fuentes secundarias, como las páginas de YPFB, donde se encuentra información pertinente sobre la construcción de la red primaria. Estos datos son esenciales para el análisis en el marco de la investigación.

1.4.2. Instrumentos de investigación

La recopilación de datos se llevó a cabo con el propósito de realizar un análisis posterior. Esto incluye información detallada sobre los equipos que operan con gas natural en la planta, informes de consumo diario de gas de diferentes equipos, así como datos relevantes sobre el city gate más cercano a la ubicación de la planta de cereales, entre otros aspectos.

CAPITULO II: DESARROLLO

2.1. MARCO TEÓRICO.

2.1.1. Marco conceptual.

2.1.1.1. Gas Natural.

El Gas Natural (GN) es un combustible formado a través de millones de años a partir de depósitos orgánicos en las capas inferiores de la tierra donde se forman los denominados reservorios gasíferos (yacimientos de gas), donde también suelen existir petróleo que flota sobre agua salada. Es una mezcla de hidrocarburo con predominio de metano que en condiciones normalizadas de presión y temperaturas se presentan en la naturaleza en estado gaseoso (Lapuerta Torres, 2008).

La explicación del gas se realiza mediante la perforación del suelo (terrestre o marino), de forma análoga al petróleo. Este compuesto de hidrocarburo liviano en estado gaseoso, siendo su principal componente el metano (CH_4), en proporciones que van desde 60% a 95% (Lapuerta Torres, 2008).

Gas dulce: Es aquel que contiene cantidades de sulfuro de hidrogeno (H_2S) menores a 4ppm, v. la GPSA define un gas apto para ser transportado por tuberías como aquel que contiene menos de 4ppm, v de H_2S ; menos del 3% de CO_2 y 6 a 7 libras de agua por cada millón de pies cúbicos a condiciones normales (pcn) (Ocando, 1976).

Gas agrio: Es aquel que contiene cantidades apreciables de sulfuro de hidrogeno, dióxido de carbono CO_2 y otros componentes ácidos (COS , CS_2 , mercaptanos etc.) razón por la cual se vuelve corrosivo en presencia de agua libre (Ocando, 1976)..

Gas rico: Es aquel del cual se pueden obtener cantidades apreciables de hidrocarburos líquidos de C_3^+ aproximadamente 3.0 GPM (Galones por cada 1000 pies cúbicos en condiciones normales) (Ocando, 1976).

Gas pobre: Es aquel gas natural que contiene pocos hidrocarburos líquidos o no los contiene. prácticamente está compuesto por metano C_1 y etano C_2 . Al gas pobre también se lo denomina gas seco (Ocando, 1976).

2.1.1.1.1. Gas Metano (Comercial)

El gas metano es un producto refinado proveniente del procesamiento del gas natural, compuesto por metano en más de 70% además de etano, propano, butano y otros en menor cantidad, el gas metano es separado de los líquidos y se lo comercializa vía gasoductos. Es una de las fuentes de energía fósiles más limpia ya es la que emite menos gases contaminantes por unidad de energía producida (Hernandez Valasco, 2019).

2.1.1.1.2. Gas Natural Licuado (GNL)

Es aquel gas natural que ha sido procesado para ser transportado en forma líquida. Es la mejor alternativa para monetizar reservas remotas y aisladas, donde no es económico o no resulta rentable llevar el gas al mercado directamente ya sea por gasoducto. El gas natural es transportado como líquido a presión atmosférica y a -162°C . Así para poder transportar el gas natural licuado se ha de lograr reducir el volumen del gas natural en 600 veces donde se transportará en buques especiales llamados barcos metaneros (Hernandez Valasco, 2019).

2.1.1.1.3. Gas Natural Comprimido (GNC)

Es un combustible para uso vehicular que, por ser económico y ambientalmente más limpio es considerado una alternativa sustentable para la sustitución de combustibles líquidos. Al gas natural comprimido también se lo conoce como (GNV) gas natural vehicular (Hernandez Valasco, 2019).

2.1.1.1.4. Gas Licuado de Petróleo (GLP)

El GLP o Gas Licuado de Petróleo, mejor conocido como gas en cilindro o gas propano, es un combustible que proviene de la mezcla de 2 hidrocarburos principales: el propano (C_3H_8) y el butano (C_4H_{10}) y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción (Hernandez Valasco, 2019).

2.1.1.2. Propiedades físicas del Gas Natural.

En su estado natural el gas natural el gas es inodoro, incoloro e insípido, sin embargo, para advertir su presencia en caso de fuga se le administra un odorífico (mercaptanos) que le da el olor característico a huevo podrido (Neggia, 2009) .

- Requiere ignición para su combustión.
- Su densidad relativa lo hace más ligero que el aire por lo que las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire.
- Es eficiente y abundante.
- No es corrosivo.

2.1.1.2.1. Viscosidad del gas natural.

Es una medida de resistencia al movimiento de fluido es definida como la relación entre el esfuerzo cortante por unidad de área y el gradiente de velocidad en un punto determinado la viscosidad generalmente es expresada en centipoises o poises (Dandekar, 1998).

2.1.1.2.2. Densidad del gas.

La densidad de un gas viene definida como la relación entre el peso de cualquier volumen del mismo y de un mismo volumen de un gas de referencia generalmente el aire (Dandekar, 1998).

2.1.1.2.3. Poder calorífico del gas

Una de las características más importantes de un gas es su poder calorífico; en algunas ocasiones las transacciones comerciales con gas se hacen con base a la cantidad de BTU que se compran o se venden. Por definición el poder calorífico de un gas es la cantidad de calor generada al quemar un pie cúbico normal de dicho gas (Dandekar, 1998).

2.1.1.2.4. Factor de compresibilidad.

El factor de compresibilidad (Z) se define como la razón entre el volumen molar de un gas real y el correspondiente volumen de un gas ideal. Es decir, Z representa un factor de corrección para la ecuación de los gases ideales (Dandekar, 1998).

2.1.1.3. Transporte del gas natural.

El Gas Natural puede ser transportado desde los yacimientos hasta las zonas de consumo situados a muchos kilómetros de distancia, el transporte del gas puede ser realizado por gasoductos o barcos de transporte (Structuralia, 2020).

El gasoducto está constituido por tubos de acero soldados, donde el diámetro varía entre 20 cm. (8") a 1 m. (40") o en algunos casos más, estas tuberías deberán estar debidamente protegidas con recubrimientos especiales, protección catódica para evitar la corrosión química, electroquímica y biológica, además es importante considerar las concentraciones mínimas de ácido sulfhídrico (H_2S) y dióxido de carbono (CO_2) del gas dependiendo de la frecuencia de uso de ductos para su protección (ANH, 2010).

Para transportar el gas natural a grandes distancias, por gasoductos es necesario una presión elevada, superior a 70 bar (1000 psi), por esto se aprovecha la alta presión existente en el pozo y para mantenerla se debe tener puestos de compresión instalados cada cierta distancia.

2.1.1.4. Distribución.

El gas transportado a los centros de consumo es distribuido permanentemente por medio de una red de tuberías conformadas por:

- Red primaria
- Estación de despacho (City Gate)
- Estaciones distritales de relación (EDR)
- Red secundaria

El esquema general de distribución es el siguiente:

Tabla 1: *Presión de transporte de gas natural*

PRESIÓN DE DISTRIBUCIÓN	
RED DE TRANSPORTE	Gasoducto de Alta Presión ($P < 40$ bar)
RED PRIMARIA	$16 \text{ bar} < \text{Alta Presión} < 42 \text{ bar}$
RED SECUNDARIA	$0.4 \text{ bar} < \text{Media Presión B} < 4 \text{ bar}$ Baja presión $< 50 \text{ mmbar}$

Fuente: Extraído del Anexo 2, Construcción de Redes de Gas, Pg. 29 (ANH, 2015)

En la **Tabla 1** se presentan las diversas distribuciones de la red gas, que incluyen la red de transporte, la red primaria y la red secundaria.

2.1.1.4.1. Estación de despacho (City Gate)

También conocidas como subestaciones, es el conjunto de aparatos y elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del puente de regulación y medición primaria (ANH, 2010).

Se realizan las siguientes tareas:

- Regulación
- Medición
- Adecuación de Gas Natural

2.1.1.4.2. Red primaria

Es un sistema de distribución de gas natural que opera a presiones mayores a 4 bar hasta 42 bar (aproximadamente 609psi), está compuesta por tuberías de acero, válvulas, accesorios y cámaras de válvulas, que conforman la matriz del sistema de distribución. Y sirve de alimentación al sistema secundario, a usuarios industriales y grandes consumidores (ANH, 2010).

2.1.1.4.3. Estaciones Distritales de Regulación (EDR)

Son instalaciones destinadas a la regulación de presión y el caudal de gas natural proveniente de una red primaria, para suministrarlo a una red secundaria, comprendidas desde la brida de conexión a la red primaria hasta la brida de conexión a la red secundaria

En este sector se reduce la presión del sistema primario, también es conocido como Regulador de barrio, el cual alimenta el sistema secundario a una presión máxima regulada de 4 bar (60 psi.) (ANH, 2010).

2.1.1.4.4. Red Secundaria

Es un sistema de distribución de gas natural que opera a presiones mayores a 0.4 bar hasta 4 bar, compuesta por tuberías, acometidas, válvulas, accesorios, y cámaras de válvulas aguas debajo de la brida de salida de la estación distrital de regulación (EDR)

Está formado por una red de tuberías que forman arterias o redes (mallas) conformando la red urbana propiamente dicha. De este sistema se alimenta a usuarios comerciales, domésticos, residenciales (ANH, 2010).

2.1.1.5. Uso del Gas Natural.

- Consumo Doméstico:

Se utiliza el gas natural en los hogares para la cocción de alimentos para el servicio de agua caliente (estufas, homos) secadoras de ropa refrescar o calentar el ambiente (ANH, 2010).

- Consumo Comercial:

El gas natural se utiliza como combustible en restaurantes, panaderías, lavanderías, hospitales y procesos de cocción de alimentos, servicios de agua caliente y calefacción (ANH, 2010).

- Consumo Industrial:

El gas natural se utiliza en las industrias para calentamiento de agua, generación de vapor, como combustible para generadores o motores de combustión, quemadores. incineración de productos de desecho, climatización, etc. (ANH, 2010).

- Consumo Vehicular:

El gas natural en vehículos se utiliza para la conversión de automóviles de combustión de gasolina al sistema GNV (Gas Natural Vehicular). Ahorra más del 50% en los costos de combustible, mientras cuida y protege el motor Evitando el desgaste que otros combustibles generan (ANH, 2010).

2.1.1.6. Gasoducto:

Un gasoducto es una infraestructura de transporte que se utiliza para mover gas natural desde el lugar de producción hasta los puntos de consumo (Fabado, 2005). El gasoducto Tarabuco-Sucre sería una tubería destinada a transportar gas natural hasta la planta de cereales del municipio de Yamparaez.

2.1.1.7. Red primaria:

La red primaria es la parte inicial de una red de distribución que conecta el punto de suministro principal (en este caso, el gasoducto) con los usuarios finales. En el proyecto, se trata de diseñar esta red inicial.

2.1.1.8. Gasoducto Tarabuco-Sucre:

Tiene construcción de un gasoducto de 10 pulgadas de diámetro y 22 kilómetros de longitud en el tramo Tarabuco a Yamparaez (departamento de Chuquisaca), para incrementar la capacidad de transporte de gas natural de 29.9 a 45.2 MMpcd y así dar respuesta a la demanda creciente de gas en las ciudades de Sucre y Potosí. Actualmente, está ejecutándose la fase constructiva del proyecto (YPFB Transporte, 2021).

2.1.1.9. Infraestructura energética:

La infraestructura energética abarca las instalaciones y sistemas necesarios para la generación, distribución y utilización de la energía, incluidos el gasoducto y la red de suministro de gas, que son componentes vitales en este contexto. Los gasoductos actúan como conductos que transportan el gas desde su fuente hasta los consumidores, mientras que la red de suministro de gas abarca las estaciones de compresión, medición y regulación de la presión. La infraestructura

energética también incluye la generación de energía y la red de distribución eléctrica, que desempeñan un papel crucial en la transición continua de la sociedad moderna hacia fuentes de energía más limpias y tecnologías avanzadas (Neggia, 2009).

2.1.1.10. Transporte de gas:

El transporte de gas consiste en llevar gas natural de manera segura y eficiente a través de un sistema de tuberías, como un gasoducto, desde su origen hasta los lugares de consumo. Estos gasoductos son fundamentales para suministrar gas a hogares, empresas e industrias. La infraestructura de transporte de gas incluye estaciones de compresión, medición y puntos de entrega. Garantiza un suministro confiable de gas y es crucial para satisfacer la creciente demanda energética y avanzar hacia fuentes de energía más sostenibles (Structuralia, 2020).

2.1.1.11. Desarrollo regional:

El desarrollo regional abarca el progreso económico, social y medioambiental de una zona concreta. Los proyectos pueden contribuir al desarrollo regional proporcionando acceso a una fuente de energía más ecológica y eficiente, impulsando así mejoras en la calidad de vida y el crecimiento sostenible de la región. Esta mejora de la infraestructura energética puede crear oportunidades económicas, reducir la contaminación y reforzar la resistencia de la comunidad ante los retos medioambientales.

2.1.2. Marco contextual.

2.1.2.1. Ubicación geográfica.

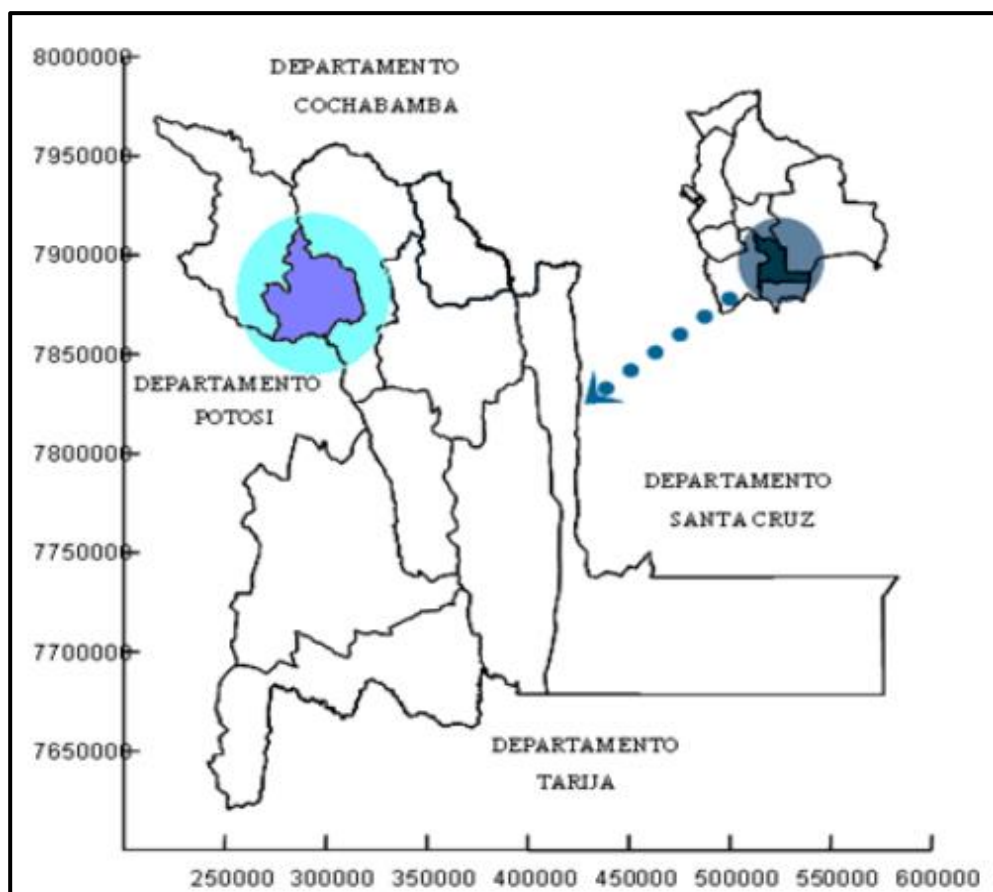
El departamento de Chuquisaca está localizado al sur del Estado Plurinacional de Bolivia; limita al norte con los departamentos de Potosí, Cochabamba y Santa Cruz; al sur con el departamento de Tarija; al oeste con el departamento de Santa Cruz y la República de Paraguay y al oeste en el departamento de Potosí. Tiene una extensión de 51,524 km² y una población de 576.153 habitantes (censo 2012). La capital del departamento es la ciudad de Sucre que se encuentra a 2750 m.s.n.m. situada entre los 19° 3' 2" de latitud sur y los 65° 47' 25" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La provincia Yamparaez es una de las 10 provincias que componen el departamento de Chuquisaca y está geográficamente situada en la franja subandina que forman los valles centrales de Bolivia. Geográficamente el Municipio Yamparáez, se encuentra ubicada al Noroeste del Departamento de Chuquisaca entre los paralelos 19° 06',00," y 19°23'00"". Latitud Sud y entre los meridianos 65°10'00"" y 64°56'00"" Longitud Oeste.

La provincia Yamparáez limita al norte con la provincia Oropesa y Zudañez; al sud con el departamento de Potosí y provincia Zudañez; al oeste con la provincia Oropesa y al este con la provincia Zudañez.

Esta provincia tiene una extensión territorial de 1472 km² y una población de 29.567 habitantes (según el Censo (INE, 2012)). Las comunidades en estudio están ubicadas en la provincia de Yamparaez (Municipio de Yamparaez) del departamento de Chuquisaca, distante a 25 [km].

Figura 1: Límites Territoriales y División Política de la Provincia Yamparaez



Fuente: Extraído de PTDI Yamparáez 2016 – 2020

2.1.2.2. Ubicación de la planta

La planta de cereales se encuentra en el municipio Yamparáez, segunda sección de la provincia Yamparáez del Departamento Chuquisaca. Limita al norte con el municipio de Yotala, al Sur con el municipio de Icla, al oeste con Yotala y al Este con el municipio de Yamparáez, el centro poblado se encuentra aproximadamente a 25 km de distancia de la ciudad de Sucre.:

Figura 2: Ubicación de la planta de Cereales



Fuente: Extraído de Google Maps (2023)

Las materias primas que abastecerán a la planta procederán de un total de 35 comunidades situadas cerca de la comunidad de Yamparáez. Esta red de abastecimiento se establece como una contribución clave al desarrollo regional, implicando a diversas comunidades en la producción de materias primas y promoviendo la creación de empleo y la prosperidad en la región.

Tabla 2: *Datos generales de la ubicación de la planta de cereales*

PROVINCIA	YAMPARAEZ	
MUNICIPIO	YAMPARAEZ	
DEPARTAMENTO	CHUQUISACA	
COORDENADAS	LATITUD	19°11'54.8"S
	LONGITUD	65°07'39.1"W

Fuente: Extraído de PTDI Yamparáez 2016 – 2020

En la **Tabla 2** se detallan los datos generales relativos a la ubicación de la planta de cereales.

2.2. INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

La implementación de una planta de cereales tiene como objetivo central la producción local de alimentos balanceados. Al procesar la agricultura del sector en el mismo lugar, se busca optimizar la cadena de suministro y ofrecer alimentos nutritivos de manera más eficiente. Esta estrategia no solo fortalece la seguridad alimentaria local, sino que también permite la exportación de alimentos balanceados tanto al interior del país como internacionalmente. La planta no solo contribuye a la autosuficiencia agrícola, sino que también se posiciona como un actor clave en la industria, generando oportunidades económicas y fomentando el desarrollo sostenible del sector.

2.2.1. Análisis de demanda.

2.2.1.1. Características de la demanda

Para el análisis de la demanda se tomaron en cuenta los siguientes productos que producen en el lugar.

Tabla 3: Cuadro de consumo de los diferentes productos

MATERIA PRIMA QUE PRODUCE EN EL LUGAR	PRINCIPALES DERIVADOS PRODUCTOS	CONSUMO EN SUCRE
Trigo	Galletas	20 %
	Granolas	20 %
	Harinas	30 %
	Lawas instantaneas	30 %
	TOTAL	100 %
Maiz	Api	15 %
	Pipocas	25 %
	Choclo en lata	25 %
	Sopa instantánea	20 %
	Cereales de maiz	15 %
	TOTAL	100 %
Avena	Chocapic	
	Quaker	
	Avena instantanea	
	TOTAL	100 %

Fuente: Extraído del informe de construcción y equipamiento planta industrial de transformación de granos en cereales y alimento balanceado municipio de yamparaez, Pg. 56 (GAMY, 2023)

En la **Tabla 3**, se presenta de manera detallada el consumo de derivados obtenidos a partir de diversas materias primas (Trigo, maíz, avena) que son consumidas en la ciudad de Sucre.

Demanda Proyectada

La existencia de datos oficiales sobre el consumo de cereales (maíz, trigo, avena, cebada) permite estimar la demanda. El propósito de la planta es reducir el contrabando en la ciudad al ofrecer productos efectivos y variados.

Tabla 4: *Estimación de la demanda Hojuelas*

Nº	Año	Adoptada	Consumo	Incremento
		Habitantes	hojuelas	hojuelas
0	2024	329.620	18.200	
1	2025	335.604	18.530	330
2	2026	341.661	18.865	665
3	2027	347.792	19.203	1.003
4	2028	353.998	19.546	1.346
5	2029	360.281	19.893	1.693
6	2030	366.642	20.244	2.044
7	2031	373.082	20.600	2.400
8	2032	379.604	20.960	2.760
9	2033	386.207	21.324	3.124
10	2034	392.895	21.694	3.494

Fuente: Extraído del informe de construcción y equipamiento planta industrial de transformación de granos en cereales y alimento balanceado municipio de yamparaez, Pg. 59 (GAMY, 2023)

En las **Tablas 4**, se presentan las estimaciones de la demanda de hojuelas, con una proyección a 10 años. Estas proyecciones corresponden a la producción planificada en la planta de transformación de granos y cereales para la elaboración de alimentos balanceados, ubicada en el municipio de Yamparaez.

Tabla 5: *Estimación de la demanda glucosa*

Nº	Año	Adoptada	Consumo	Incremento
		Habitantes	glucosa	glucosa
0	2024	329.620	5.390	
1	2025	335.604	5.488	98
2	2026	341.661	5.587	197
3	2027	347.792	5.687	297
4	2028	353.998	5.789	399
5	2029	360.281	5.891	501
6	2030	366.642	5.995	605
7	2031	373.082	6.101	711

Nº	Año	Adoptada Habitantes	Consumo glucosa	Incremento glucosa
8	2032	379.604	6.207	817
9	2033	386.207	6.315	925
10	2034	392.895	6.425	1.035

Fuente: Extraído del informe de construcción y equipamiento planta industrial de transformación de granos en cereales y alimento balanceado municipio de yamparaez, Pg. 60 (GAMY, 2023)

Las **Tablas 5** detallan las estimaciones de la demanda de glucosa con una proyección a 10 años, reflejando la producción planificada en la planta de transformación de granos y cereales en Yamparaez. Estas proyecciones, fundamentadas en análisis de mercado y variables económicas, ofrecen una visión a largo plazo para orientar decisiones estratégicas. La ubicación estratégica de la planta permite aprovechar eficientemente la demanda local y regional, optimizando la logística y reduciendo costos de transporte. Estas cifras no solo son indicadores cuantitativos, sino herramientas cruciales para la gestión de inventarios y la adaptación a dinámicas del mercado.

Tabla 6: Estimación de la demanda Quaker

Nº	Año	Adoptada Habitantes	Consumo Quaker	Incremento Quaker
0	2022	329.620	3.960	
1	2023	335.604	4.032	72
2	2024	341.661	4.105	145
3	2025	347.792	4.178	218
4	2026	353.998	4.253	293
5	2027	360.281	4.328	368
6	2028	366.642	4.405	445
7	2029	373.082	4.482	522
8	2030	379.604	4.560	600
9	2031	386.207	4.640	680
10	2032	392.895	4.720	760

Fuente: Extraído del informe de construcción y equipamiento planta industrial de transformación de granos en cereales y alimento balanceado

Las **Tablas 6**, proporcionan detalladas estimaciones de la demanda de Quaker con una proyección extendida a 10 años, reflejando la producción planificada en la planta de transformación de granos y cereales en Yamparaez. Estas proyecciones, basadas en análisis de mercado y variables económicas, ofrecen una perspectiva a largo plazo para guiar decisiones estratégicas. La estratégica ubicación de la planta facilita la eficiente captación de la demanda local y regional, optimizando la logística y reduciendo costos de transporte. Estos números no solo son indicadores cuantitativos, sino herramientas esenciales para la gestión de inventarios y la adaptación a las dinámicas del mercado.

Tabla 7: *Estimación de la demanda Chocapic*

Nº	Año	Adoptada habitantes	Consumo chocapic	Incremento chocapic
0	2022	329.620	21.320	
1	2023	335.604	21.707	387
2	2024	341.661	22.099	779
3	2025	347.792	22.495	1.175
4	2026	353.998	22.897	1.577
5	2027	360.281	23.303	1.983
6	2028	366.642	23.715	2.395
7	2029	373.082	24.131	2.811
8	2030	379.604	24.553	3.233
9	2031	386.207	24.980	3.660
10	2032	392.895	25.413	4.093

Fuente: Extraído del informe de construcción y equipamiento planta industrial de transformación de granos en cereales y alimento balanceado municipio de yamparaez, Pg. 65 (GAMY, 2023)

Las **Tablas 7** detallan las previsiones de demanda para Chocapic en los próximos 10 años, considerando la producción planificada en la planta de Yamparaez. Estas proyecciones, respaldadas por análisis de mercado y factores económicos, ofrecen una guía a largo plazo para tomar decisiones estratégicas. La ubicación estratégica de la planta permite aprovechar

eficazmente la demanda local y regional, optimizando la logística y reduciendo costos de transporte. Estos datos no solo son cifras, sino herramientas clave para gestionar inventarios y adaptarse a cambios en el mercado.

2.2.2. Análisis de oferta

2.2.2.1. Descripción del área de producción actual de cereales, volúmenes de producción y tecnología aplicada

Se estima que los niveles de producción y operación de la planta ecológica de cereales del Municipio de Yamparáez genere una gran variedad de productos que pueda ofertar al mercado interno de la ciudad de Sucre, logrando de esta manera que los consumidores puedan conocer nuestro producto y sea aceptado por toda la población. Las familias que se beneficiaran en el municipio de Yamparáez es de 2460 familias y 35 comunidades:

Tabla 8: *Volúmenes de producción municipio de Yamparáez (Tn).*

Producto	Superficie efectiva (Ha)	Cantidad de cosecha en Qq	Tn
Avena	1,25	2,63	0,12
Cebada	211,51	2.417,38	111,19
Maíz	984,66	14.792,59	680,43
Trigo	987,62	11.398,85	524,33
Total	2.185,04	28.611,44	1.316,07

Fuente: Extraído del Instituto Nacional de Estadística, (INE, 2022)

En la **Tabla 8**, se presentan los volúmenes de producción en el municipio de Yamparaez para los diversos productos que serán utilizados como materias primas en la planta de transformación de granos y cereales destinada a la elaboración de alimentos balanceados, ubicada en dicho municipio.

Oferta proyectada

Tabla 9: *Proyección de la oferta del Maíz*

Nº	Año	Met. Aritm. Has	Met. Geom. Has	Met. Expo. Has	Adoptada Has	VOLUMEN KG Maíz	
0	2012	985	985	985	985	2.107.172	
1	2013	1.013	1.013	1.013	1.013	2.167.657	
2	2014	1.040	1.041	1.042	1.042	2.229.878	
3	2015	1.068	1.071	1.072	1.072	2.293.885	
4	2016	1.096	1.101	1.103	1.103	2.359.729	
5	2017	1.124	1.132	1.134	1.134	2.427.464	
6	2018	1.152	1.164	1.167	1.167	2.497.142	
7	2019	1.180	1.197	1.200	1.200	2.568.821	
8	2020	1.208	1.231	1.235	1.235	2.642.557	
9	2021	1.235	1.266	1.270	1.270	2.718.409	
10	2022	1.263	1.302	1.307	1.307	2.796.439	1.560.000
11	2023	1.291	1.338	1.344	1.344	2.876.709	
12	2024	1.319	1.376	1.383	1.383	2.959.283	
13	2025	1.347	1.415	1.423	1.423	3.044.227	
14	2026	1.375	1.455	1.463	1.463	3.131.609	
15	2027	1.403	1.497	1.505	1.505	3.221.500	
16	2028	1.431	1.539	1.549	1.549	3.313.970	
17	2029	1.458	1.582	1.593	1.593	3.409.095	

Fuente: Elaboración propia

Para la proyección de la oferta del Maíz, el volumen de producción en kg es ascendente donde se puede determinar que en el año 10 el volumen es de 2.796.439 kg como se puede apreciar en la **Tabla 9**, que los márgenes de cosecha ira incrementando con un índice de crecimiento anual de 2,83% y un per cápita de consumo de 0,69

Tabla 10: *Proyección de la oferta del trigo*

N°	Año	Met. Aritm. Has	Met. Geom. Has	Met. Expo. Has	Adoptada Has	VOLUMEN KG Trigo	
0	2012	988	988	988	988	979.522	
1	2013	1.011	1.011	1.012	1.012	1.003.314	
2	2014	1.035	1.036	1.036	1.036	1.027.685	
3	2015	1.059	1.060	1.061	1.061	1.052.648	
4	2016	1.082	1.086	1.087	1.087	1.078.217	
5	2017	1.106	1.112	1.114	1.114	1.104.407	
6	2018	1.130	1.139	1.141	1.141	1.131.234	
7	2019	1.154	1.166	1.168	1.168	1.158.712	
8	2020	1.177	1.194	1.197	1.197	1.186.857	
9	2021	1.201	1.223	1.226	1.226	1.215.686	
10	2022	1.225	1.252	1.256	1.256	1.245.216	1.200.000
11	2023	1.248	1.282	1.286	1.286	1.275.463	
12	2024	1.272	1.313	1.317	1.317	1.306.444	
13	2025	1.296	1.344	1.349	1.349	1.338.178	
14	2026	1.319	1.377	1.382	1.382	1.370.683	
16	2027	1.343	1.410	1.416	1.416	1.403.977	
17	2028	1.367	1.443	1.450	1.450	1.438.080	

Fuente: Elaboración propia

La oferta de trigo exhibe un índice de crecimiento anual del 2.40%, con un consumo per cápita de 0.9918. Para el año 10, el volumen total alcanza los 1,200,000 kilogramos como se puede apreciar en la **Tabla 10**, siendo este el punto de referencia para el análisis de proyección en los años subsiguientes. Se espera que este crecimiento se mantenga constante en los próximos años, de acuerdo con las tendencias observadas y las proyecciones establecidas. Este indicador es crucial para comprender la dinámica de la oferta y demanda de trigo, así como para anticipar las necesidades futuras en el mercado.

Tabla 11: *Proyección de la oferta de cebada*

Nº	Año	Met. Aritm.	Met. Geom.	Met. Expo.	Adoptada	VOLUMEN
		Has	Has	Has	Has	KG Cebada
0	2012	212	212	212	212	241.121
1	2013	215	215	215	215	245.452
2	2014	219	219	219	219	249.860
3	2015	223	223	223	223	254.347
4	2016	227	227	227	227	258.915
5	2017	230	231	231	231	263.565
6	2018	234	235	235	235	268.299
7	2019	238	239	240	240	273.117
8	2020	242	244	244	244	278.022
9	2021	245	248	248	248	283.015
10	2022	249	252	253	253	288.098
11	2023	253	257	257	257	293.272
12	2024	257	261	262	262	298.539
13	2025	260	266	267	267	303.901
14	2026	264	271	271	271	309.358
15	2027	268	276	276	276	314.914
16	2028	272	280	281	281	320.570
17	2029	276	285	286	286	326.327

Fuente: Elaboración propia

La oferta de cebada experimenta un crecimiento anual sostenido, con un índice del 1.78%. El consumo per cápita asociado es de 0.526. Para el año de referencia (año 10), como se puede apreciar en la **Tabla 11**. Este valor establece una base sólida para el análisis de proyección en los próximos años. La continuidad en el crecimiento de la oferta de cebada, junto con el consumo per cápita, sirve como indicador clave para comprender la dinámica de este mercado y anticipar las demandas futuras. La proyección apunta a mantener esta tendencia en los años subsiguientes, según las observaciones y predicciones actuales.

2.2.3. Capacidad de producción de la planta de cereales

La capacidad de producción de la planta se tomaron dos aspectos: producción de materia prima en el municipio y la producción de los equipos para este tipo de procesos.

Tabla 12: *Capacidad de producción de la planta en toneladas*

PRODUCTOS	MES												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HOJUELAS DE CEREAL	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	153,1	1.837,2
BALANCEADO	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	246,5
GLUCOSA	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	152,64

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 12**, se detalla la producción mensual que será procesada por la planta, asegurando de esta manera el abastecimiento completo de la demanda proyectada.

La construcción de la planta se basó en un análisis detallado de la demanda y oferta. La capacidad de producción fue proyectada en función de estos datos. Sin embargo, para garantizar el funcionamiento eficiente de la planta, es esencial contar con un suministro constante de gas natural.

2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

2.3.1. Análisis de demanda de gas a la planta de Cereales en el Municipio de Yamparaez

Para determinar la cantidad de gas necesaria para la planta de procesamiento de grano, teniendo en cuenta equipos clave como secadoras, hornos, generadores de vapor y calderas. Estos aparatos, vitales para el proceso, funcionan eficazmente con gas natural para optimizar el secado, la cocción y la generación de vapor. Elegir gas natural garantiza una fuente de calor constante y controlable, que contribuye a la calidad del producto final. Este análisis detallado permite una estimación precisa de la demanda, sentando las bases para una planificación eficaz del suministro de gas para la planta de piensos del municipio de Yamparáez, Chuquisaca.

Tabla 13: Equipos instalados en la planta que funcionan a gas natural

EQUIPOS	POTENCIA	CAPACIDAD DE CONSUMO DE GAS
Secadora 	2.2 Kw	22 m ³ /hr
Equipo de tostado 	3.1 Kw	15 m ³ /hr
Caldero 	3000 Kw	296.4 m ³ /hr
Hornos 	15 kw	25 m ³ /hr
Cocinas 	12 Kw	6 m ³ /hr

Fuente: Elaboración propia

En la detallada información consignada en la **Tabla 13**, se presenta un minucioso desglose de los distintos equipos que conforman la infraestructura de la planta, todos los cuales funcionan mediante el suministro de gas natural. Vale la pena destacar que, dentro de este conjunto de equipos, la caldera emerge como el componente de mayor consumo en este particular contexto operativo.

La planta de cereales cuenta con equipos esenciales que operan con gas natural, para los cuales se estima un caudal total de 364.4 m³/hr. Estos equipos incluyen secadores de granos, hornos de cocción, generadores de vapor y sistemas adicionales de secado. El uso de gas natural se justifica por su eficiencia en la generación de calor controlado, esencial en el proceso de transformación.

Tabla 14: Estimación del caudal requerido de cada equipo por horas trabajadas

HORAS TRABAJADOS POR EQUIPO						
EQUIPOS	1 HORA	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	12 HORAS	24 HORAS
Secadora	22 m ³	88 m ³	132 m ³	176 m ³	264 m ³	528 m ³
Equipo de tostado	15 m ³	60 m ³	90 m ³	120 m ³	180 m ³	360 m ³
Caldero	296,4 m ³	1.185,6 m ³	1.778,4 m ³	2.371,2 m ³	3.556,8 m ³	7.113,6 m ³
Hornos	25 m ³	100 m ³	150 m ³	200 m ³	300 m ³	600 m ³
Cocinas	6 m ³	24 m ³	36 m ³	48 m ³	72 m ³	144 m ³
TOTAL	364,4 m ³	1.461,6 m ³	2.192,4 m ³	2.923,2 m ³	4.384,8 m ³	8.769,6 m ³

Fuente: Elaboración propia

La siguiente **Tabla 14**, presenta un análisis detallado de los equipos que dependen del suministro de gas, considerando las horas de funcionamiento. Esta evaluación permite identificar la demanda específica de cada equipo, contribuyendo a una planificación precisa del suministro de gas en función de las necesidades operativas y las horas trabajadas

Transformación de m³ a pies³

$$8769.9 \frac{m^3}{Dia} * \frac{35.3147 Pie^3}{1 m^3} = 309.695,501 \frac{pie^3}{dia} = 309.695 \text{ MPCD}$$

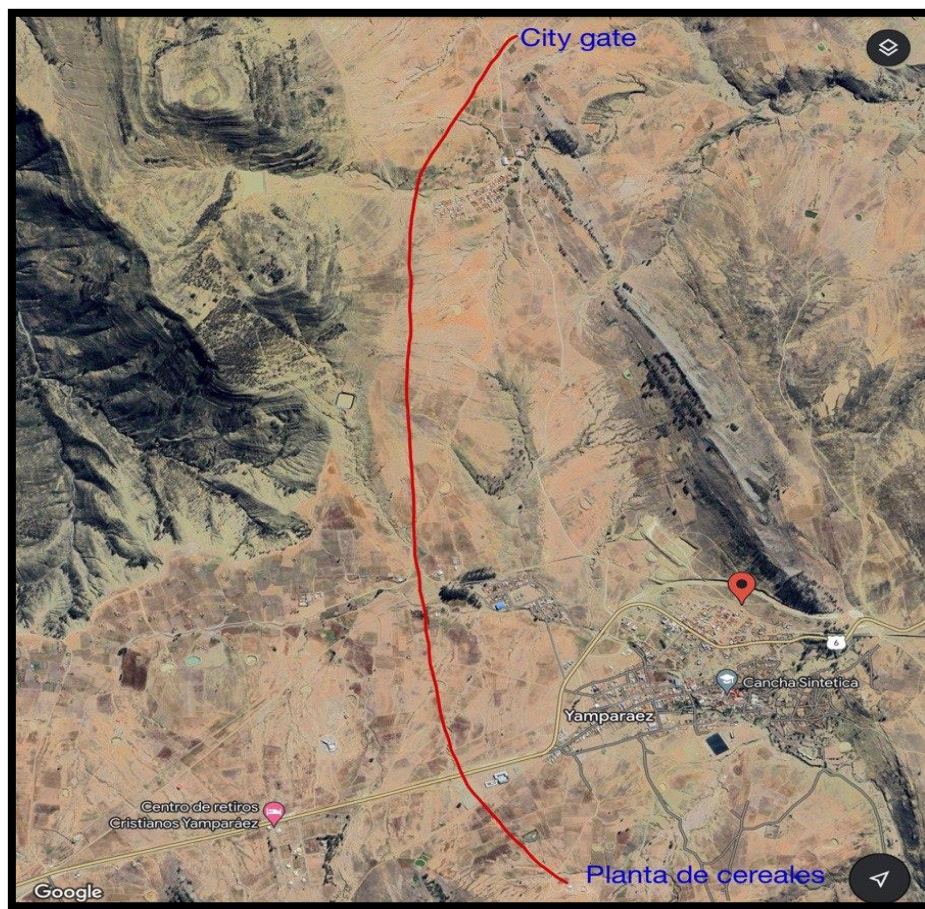
Se concluye que, durante su funcionamiento máximo de un día, los equipos requieren un caudal total de 309.695 millones de pies cúbicos por día (MPCD) de gas natural. Esta

estimación proporciona una medida precisa de la demanda máxima, permitiendo una planificación efectiva del suministro de gas para garantizar el rendimiento óptimo de los equipos en la planta.

2.3.2. Determinación de la longitud de la red primaria

En la determinación de la longitud de la red primaria, se consideraron dos aspectos clave. Primero, se seleccionó el city gate más cercano a la planta de cereales para garantizar una conexión eficiente al punto de acceso principal del sistema de suministro de gas. Además, se evaluó cuidadosamente la topografía, optando por la ruta más plana posible y evitando atravesar áreas pobladas. Esta estrategia no solo optimiza la eficiencia del transporte de gas, sino que también minimiza impactos en comunidades locales, asegurando un enfoque sostenible y respetuoso con el entorno.

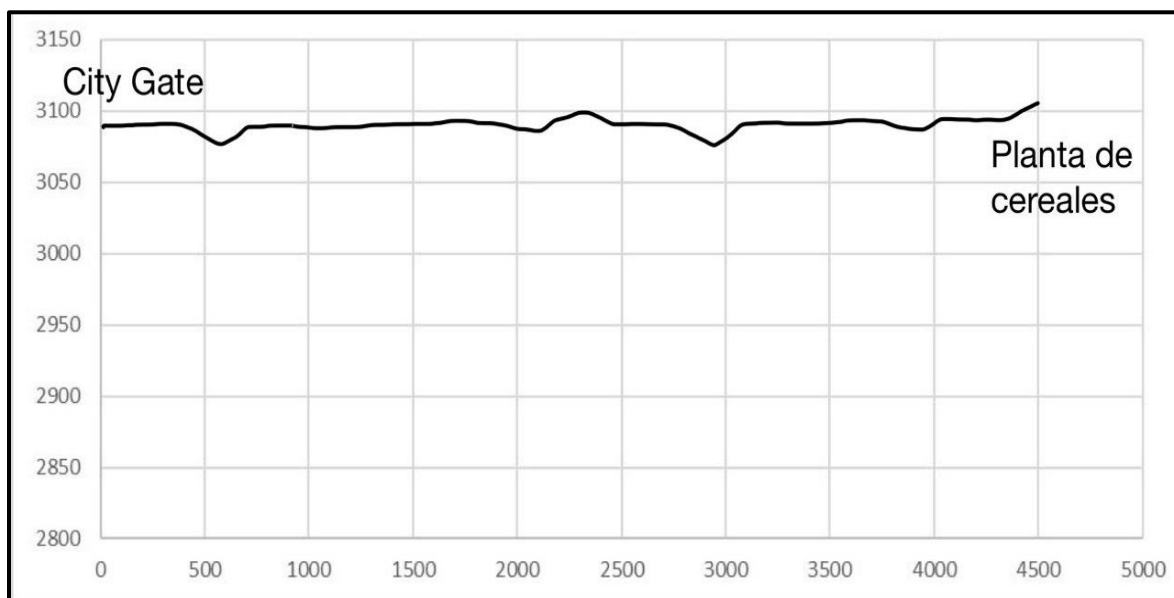
Figura 3: Ruta más adecuada de la red primaria



Fuente: Elaboración propia

La figura muestra claramente que la línea roja representa la ruta óptima para la instalación de la red primaria. Aunque la distancia desde el city gate hasta la planta de cereales es de 4.760 metros, la ruta no sigue una línea recta. Esta elección se debe a la necesidad de evitar cruces de carreteras en dos puntos, así como a la consideración de evitar el paso por el centro de dos poblaciones y grandes ríos. En su lugar, se optó por la ruta de topografía más plana, atravesando solo dos ríos y presentando solo un cruce de carretera hasta llegar a la planta de cereales. Este trazado se diseñó estratégicamente para optimizar la eficiencia y minimizar impactos en la infraestructura existente y en las comunidades locales.

Figura 4: Perfil topográfico de la ruta de la red primaria



Fuente: Elaboración propia

El perfil topográfico de la red primaria desde el City Gate hasta la planta de cereales se ilustra en la figura 4. Se destaca una trayectoria mayormente plana a lo largo de su recorrido, con la presencia de dos ríos. La ruta comienza en el City Gate, marcando el nodo inicial en 0.000 km con una elevación de 3.098 metros sobre el nivel del mar (msnm). Avanzando a lo largo de los 4.760 km hasta la planta de cereales, la elevación final se sitúa en 3.100 msnm.

2.3.2.1. Estación distrital de regulación (EDR) en la planta de cereales

En el extremo final de la red primaria, se establecerá una estación distrital de regulación ubicada en las inmediaciones de la planta de cereales. Esta estación, de dimensiones más reducidas en comparación con el City Gate, cumple la función de ser un punto de regulación y medición.

Figura 5: Estación distrital de regulación



Fuente: Extraído del Anexo 2, Construcción de Redes de Gas, Pg. 39 (ANH, 2015)

En este contexto, el Equipo de Regulación y Distribución (EDR) desempeñará un papel esencial al regular la presión de la red primaria, reduciéndola de 350 psi a una presión de distribución de 60 psi (4 bar). Este proceso garantiza un suministro adecuado de gas natural a la planta, optimizando la presión conforme a los requisitos operativos y normativas establecidas.

2.3.2.2. Determinación del diámetro de la tubería

Para poder determinar el diámetro de tubería requerida se hace el uso de la ecuación de Weymouth lo cual nos permite el cálculo para menores a 15 pulgadas con buena exactitud.

$$q_s = 0,4338 * \left(\frac{T_s}{P_s}\right) * d^{\frac{8}{3}} * \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{LTZy}} \quad \text{Ecuación}$$

Donde:

q_s = Caudal de gas natural (Mpcd)

T_s = Temperatura estándar (R)

P_s = Presión base (psi)

d = Diámetro (plg)

P_1 = Presión inicial (psi)

P_2 = Presión final (psi)

T = Temperatura de gas (R)

Z = Factor de desviación del gas

y = Gravedad específica del gas

L = Longitud de la línea (millas)

Tabla 15: Valores constantes de la ecuación de Weymouth

COMPONENTES	VALOR	UNIDAD
T_s	520	R
P_s	14.7	Psi
T	528	R
y	0.62	

Fuente: Extraído del libro de Transporte de Fluidos Pg. 45 (Neggia, 2009).

En la **Tabla 15**. Se presenta los datos estándares de la ecuación de Weymouth son:

Se determina el diámetro del ramal de alimentación para la planta de cereales del municipio de Yamparaéz de acuerdo a los siguientes parámetros

- Caudal requerido por los equipos instalados en la planta
- Presión de salida de la EDR
- Presión de suministro

Cálculo del diámetro de la red primaria

$$\bullet \quad d = \left(\frac{q_s}{0.4339 \left(\frac{T_s}{P_s} \right) \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{L T Z y}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\bullet \quad d = \left(\frac{3096.95}{0.4339 \left(\frac{520}{14.7} \right) \sqrt{\frac{350^2 - 60^2}{2.96 * 528 * 1 * 0.62}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\bullet \quad d = 2.96'' = 3''$$

Tabla 16: Resultados del cálculo de diámetro

DIÁMETRO	UNIDADES
3	Pulgadas

Fuente: Elaboración propia

Se determina entonces con la ecuación de Weymouth y demás tomando en cuenta la disponibilidad y el diámetro a ser usado. las cuales como resultado se tiene tabulada en la **Tabla 16**.

2.3.3. Análisis técnico para la implementación de red primaria

El estudio técnico se ejecutó considerando dos aspectos fundamentales: en primer lugar, se abordaron las obras civiles, enfocándose en la infraestructura física necesaria; en segundo lugar, se examinaron las obras mecánicas, centrándose en los componentes y sistemas de ingeniería requeridos.

2.3.3.1. Obras civiles

Para las obras civiles se toma los siguientes aspectos

Replanteo y trazado topográfico

Esta fase del estudio implica actividades cruciales para la planificación y ejecución de la red primaria de gas natural. Incluye la identificación, medición y verificación del trazo planificado, junto con la obtención precisa del perfil topográfico y la geo-referenciación de las instalaciones del proyecto. Además, se lleva a cabo un replanteo del derecho de vía del ducto con progresivas cada 50 metros, se realiza el relevamiento de interferencias superficiales, se efectúa la lectura de juntas y se elaboran planos detallados. Estos procesos son esenciales para garantizar la precisión, seguridad y eficiencia en la construcción de la red primaria, contribuyendo al éxito del suministro de gas natural a la planta de transformación en Yamparáez, Chuquisaca.

Instalaciones de faenas

Comprende los trabajos necesarios para la Instalación de Faenas, siendo está emplazada en depósitos alquilados o la construcción de campamentos, además de ello involucra la colocación de letreros, informativos que deben estar localizados en sectores donde el Supervisor indique, (todo el material pertinente para una adecuada señalización en obra), limpieza del sector de emplazamiento, movilización, transportar, descargar, instalar, mantener, proveer maquinarias, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las obras.

Apertura de vía, acceso y desbroce

La referencia al acondicionamiento del derecho de vía se relaciona con la preparación necesaria antes de llevar a cabo el replanteo topográfico. En situaciones que lo requieran, esta actividad implica desbrozar y nivelar el terreno para facilitar la identificación de la ruta. Este proceso es esencial para la construcción exitosa de la red primaria, preparando el terreno de manera óptima.

La cuidadosa planificación del acondicionamiento del derecho de vía asegura condiciones propicias para la ejecución de los trabajos topográficos y sienta las bases para la implementación efectiva de la infraestructura de red.

Excavación de zanja terreno blando

Comprende los trabajos necesarios para la excavación en zanja con la finalidad de realizar el tendido de tuberías de gas en sus distintos diámetros las dimensiones tipo. son 0.5 metros de ancho y 1.5 metro de profundidad.

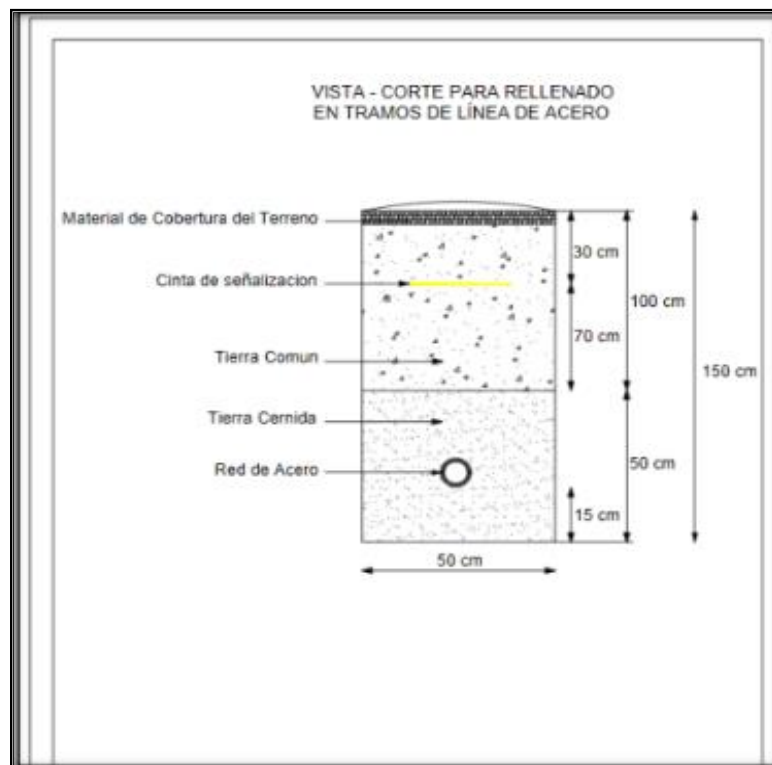
De acuerdo a la naturaleza y características del suelo a excavar se establece el siguiente tipo de suelo para su excavación:

Suelo clase I (blando) - Materiales de fácil remoción

Suelo clase II (semiduro) Materiales conformados por arcillas compactas, arena o grava consolidada en matriz arcillo-limosa

Suelo clase III (duro) Material rocoso, conformado por rocas sueltas, conglomerados areniscos y todos aquellos suelos compactos

Figura 6: *Relleno de la zanja*



Fuente: Extruido de google (Neggia, 2009).

Relleno y compactación de zanja.

Comprende los trabajos de reposición de material excavado a la zanja, realizando una compactación necesaria para poder restablecer las condiciones originales del área en la que se efectuó la excavación

Perforación dirigida para cruce en carretera

Los cruces especiales de carretera con perforación dirigida son realizados con equipos de perforación direccional, los cuales no necesitan extensas áreas de operación, siendo su interacción y efecto sobre el medio ambiente casi nulos.

Cámara de hormigón armado

Este ítem consiste en la construcción de la base, muros de hormigón armado, tapa de la cámara metálica (plancha y angular) y escalera metálica (acero corrugado) que tiene el propósito de contener las válvulas e interconexiones.

2.3.3.2. Obras mecánicas.

Los trabajos a realizar de manera general comprenden

Carguío transporte y descarguío de tubería

Comprende la ejecución del servicio de ESTIBAJE (carguío de tubería en almacenes YPFB y des carguío de tubería en obrador)

Este ítem comprende la ejecución del servicio de transporte de material tubular desde almacenes YPFB hasta el obrador o almacén previamente identificado, el mismo incluye las operaciones de estibaje.

Desfile y distribución de tubería

Comprende las actividades de distribución de tubería a lo largo del trazo sobre el derecho de vía, posicionado sobre sacos con relleno suave, para lo cual se utilizará los siguientes equipos y materiales

- Camión chato plana
- Grúa
- Herramientas menores
- Sacos con material blando

Curvado de tubería

Se refiere a las operaciones de curvado de tubería, operación que debido al trazo es necesaria a fin de evitar el uso de accesorios

Para la ejecución de este servicio se deberá contar mínimamente con el siguiente equipo

- Camión groa mediano
- Dobladora
- Placa calibradora
- Instrumentos de medición

Soldadura

Comprende los trabajos referidos a la unión de dos piezas de tubería mediante la operación de soldadura (SMAW) previa preparación de la junta, alineación, limpieza e inspección visual siguiendo parámetros puntuales definidos en un procedimiento de soldadura WPS elaborado por personal debidamente identificado y certificado utilizando el Estándar API 1104.

END por radiografía de junta soldada

Se considera la ejecución de los servicios de ensayos no destructivos por el método de radiografiado pudiendo optarse por el método de gammagrafía en el total de las juntas soldadas incluyéndose la interpretación, evaluación y certificación por personal especializado.

Los criterios de aceptación de discontinuidades de soldadura y reparación de ductos. estarán basados en la inspección por Ensayos No Destructivos (NDT), que deben seguir los requisitos del estándar API Std. 1104

Limpieza y revestimiento de juntas con manta termocontraíble (con provisión de mantas y aditivos)

Se refiere a las operaciones de limpieza y posterior revestimiento de juntas soldadas fittings y accesorios que así lo requieran. En el caso de revestimiento de juntas se usarán estrictamente mantas termo contraíbles, compatibles con el revestimiento externo del material tubular.

Bajado de tubería e inspección de revestimiento

Comprende la etapa del bajado de tubería soldada y revestida a zanja

El contratista debe utilizar todos los materiales, equipos maquinaria y herramientas adecuados y en buen estado para realizar los trabajos, de tal manera se garantice la calidad y seguridad durante la realización de los trabajos. Si a criterio del supervisor se esta poniendo en riesgo la integración del personal, el contratista debe realizar lo necesario para subsanar lo observado.

Implementación de protección catódica.

Es una tecnología que utiliza corriente eléctrica directa para contrarrestar la normal corrosión externa del metal del que está constituido la tubería. La protección catódica es utilizada en los casos donde toda la tubería o parte de ella se encuentra enterrada o sumergida bajo el agua. Para la presente investigación se propone utilizar ánodos galvánicos o de sacrificio. El estándar NACE RP 0169 (Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems) establece para la protección catódica, un potencial polarizado negativo de por lo menos 850 mV concerniente a un electrodo de cobre/sulfato de cobre, estos potenciales se llaman comúnmente como instante de potenciales Off

Montaje de válvula y accesorios

Comprende todos los trabajos a ser ejecutados por el contratista, siendo los siguientes de carácter enunciativo y no limitativo.

Protección anticorrosiva de válvulas y accesorios.

Comprende todos los trabajos a ser ejecutados por el contratista, siendo los siguientes de carácter enunciativo y no limitado: Limpieza de tubería, válvulas y accesorios presentes en la cámara

Pintado anticorrosivo y mecánico de tubería, válvulas y accesorios presentes en cámara.
Protección de válvulas y accesorios

2.3.4. Análisis económico para la implementación de red primaria a la planta de cereales.

El costo de la propuesta es resultante del costo necesario para realizar las actividades de:

- Propuesta de construcción de Red primaria
- Propuesta de montaje e instalación de EDR

Las actividades mencionadas y el resumen de costo se muestran a continuación.

2.3.4.1. Costo de la Red Primaria.

Tabla 17: Costos generales Red primaria

RED PRIMARIA				
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Tubería de acero 3"	m	4.760	110,15	524.314
Bridas RF 3" – ANSI 300	Unidad	2	1.470,0	2.940,0
Tee con reducción	Unidad	1	1.470,0	1.470,0
Empaquetadura esperilada 3"	Unidad	2	118,30	236.6
Junta dieléctrica 3"	Unidad	4	420,0	1.680
Espárragos (3") ASTM – A 193 para ANSI 300	Unidad	8	56.00	448
TOTAL				531.088,6

Fuente: Elaboración propia

En la propuesta de construcción de la red primaria, se optó por la implementación de tuberías de acero con un diámetro de 3 pulgadas. Se emplearon diversos elementos complementarios,

tales como bridas, tee, empaquetaduras, juntas y espárragos, distribuidos estratégicamente a lo largo de los diferentes tramos de la red como se detalla en la **Tabla 17**.

Tabla 18: *Costos de obras civiles de Red primaria*

OBRAS GENERALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Movilización de personal y equipos	Global	1	102.009,74	102.009,74
Instalación de Faenas	Global	1	137.332,74	137.332,74
Replanteo Topográfico	m	4.760	8,75	41.650
TOTAL				280.992,48
OBRAS CIVILES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Nivelación, trabajos de acondicionamiento de terreno	Global	1	44.841,77	44.841,77
Excavación de zanjas	m2	3.431,77	141,60	485.938,63
Perforación para cruce especial	Global	1	405.900,00	114.654,0
Relleno y compactado de Zanja con tierra cernida	m2	1.143,92	81,00	92.657,52
Relleno y compactado de Zanja con tierra comun	m2	2.287,85	60,55	138.529,32
Construcción de cámara	m2	3	14.500,00	43.500
Señalización vertical	Unidad	30	758,00	22.740
Limpieza general	Global	1	27.454,14	27.454,14
TOTAL				970.315,38

Fuente: Elaboración propia

Las obras generales que se encuentran tabuladas en la **Tabla 18**, comprendieron una serie de actividades fundamentales, entre las que se incluyeron la movilización y desmovilización de equipos, la instalación de faenas, la elaboración de planos "as-built" y la colocación de letreros, entre otras tareas esenciales

Tabla 19: Costos de obras mecánicas de Red primaria

OBRAS MECÁNICAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Desfile, tendido y alineado de tubería	m	4.760	76,41	363.711,6
Soldadura de Tubería de 3''	Juntas	398	2.434,0	968.732,0
Soldaduras de accesorios de 3''	Juntas	8	2.434,0	19.472
Corte y amolado de tubería	Global	1	101.717,60	101.717,60
Revestimiento de empalme de 3''	Juntas	398	266,50	106.067
Instalación, revestimiento e implementación de accesorios	Global	1	26.355,98	26.355,98
Elaboración de planos As Built	Global	1	30.108,04	30.108,04
Ventoeo, despresurización y puesta en marcha de redes	Global	1	16.243,70	16.243,70
TOTAL				1.632.407,92
OBRAS COMPLEMENTARIAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Radiografía de línea de 3''	Juntas	406	397,60	16.1425,6
Prueba hidráulica de línea 3''	m	4.760	37,50	178.500
Estudio e implementación de protección catódica	Global	1	265.390	265.390
Transporte de tubería, accesorios e insumos	Global	1	33.433,76	33.433,76
TOTAL				638.749,36

Fuente: Elaboración propia

Las obras mecánicas englobaron una variedad de actividades esenciales, abarcando desde la inspección del material tubular hasta el transporte, carga y descarga, así como el despliegue y descenso de la tubería en la zanja. Además, se llevaron a cabo procesos críticos como la calificación de soldadores, la soldadura propiamente dicha, ensayos no destructivos, pruebas de operabilidad, aplicación de revestimiento e inspección correspondiente, en la **Tabla 19**.

Tabla 20: Costo total para construcción de red primaria

COSTO TOTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED PRIMARIA	
Costos de materiales de Red primaria	531.088,6
Costos de Obras generales	28.992,48
Costos de Obras Civiles de la Red primaria	970.315,38
Costos de Obras Mecánicas de la Red primaria	1.632.407,92
Costos de Obras complementarias	638.749,36
TOTAL	4.053.553,74 Bs

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la **Tabla 20**, se presenta un resumen del análisis de costos para la construcción de la red primaria desde el city gate hasta la planta de cereales, como se detalla en la tabla adjunta. Este análisis proporciona una visión detallada de los costos asociados con la planificación y ejecución de esta infraestructura

2.3.4.2. Costo estación distrital de regulación

Tabla 21: Costo de materiales de EDR (estación distrital de regulación)

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UNIDADES)	PRECIO UNITARIO (BS)	COSTO TOTAL (BS)
Modulo EDR	Espacio de resguardo EDR	1	49.800	49.800
Estación Distrital de Regulación EDR 500 m ³ /hr	Equipo EDR	1	523.203,4	523.203,4
TOTAL				523.203,4

Fuente: Elaboración propia

Se refiere a la compra transporte, montaje y puesto en marcha el EDR lo cual se encuentra detallada en **Tabla 21**.

Tabla 22: Costo de Obras Civiles y Mecánicas del EDR

INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Obras mecánicas y civiles para la instalación de EDR	Global	1	250.000	250.000
Construcción acometida especial	m	12	591,60	7.099,2
Transporte del EDR	Global	1	4.682,2	4.682,2
TOTAL, MATERIALES (BS)				261.781,4

Fuente: Elaboración propia

Las obras civiles, mecánicas en cuanto a la construcción del EDR contemplan los siguientes aspectos como se puede apreciar en la **Tabla 22**.

Tabla 23: Costo acometida del EDR

ACOMETIDA ESPECIAL				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (BS)	PRECIO TOTAL (BS)
Sistema de cierre actuado neumático fire safe falla cierra ansi 600 3'' (incluyendo accesorios funcionales)	PZA	1	49.419,97	49.419,97
Cámara con losa de h°a° de 1.20x1.20 ingreso de hombre (0.70*1.70)	PZA	1	28.951,65	28.951,65
TOTAL				78.371,62

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la acometida para la construcción del EDR tiene diferentes aspectos para su construcción los cuales se detallan en la **Tabla 23**.

Tabla 24: *Costo total para construcción del EDR*

COSTO TOTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDR	
Costo de materiales de EDR	523,203.4
Costo de Obras Civiles y Mecánicas del EDR	261,781.4
Costo de acometida del EDR	78,371.62
TOTAL	863,356.42 Bs

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 24**, se presenta los costos totales para la construcción del EDR, como se detalla en la tabla adjunta. Este análisis proporciona una visión detallada de los costos asociados con la planificación y ejecución de esta infraestructura

Tabla 25: *Costo total para la ejecución de la obra*

COSTO TOTAL	
Costo para la construcción de la Red Primaria	4.053.553,74
Costo para la construcción de EDR	863.356,42
TOTAL	4.916.910,2 Bs

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente **Tabla 25**, se tabula el costo total para la ejecución de red primaria como el EDR que se encuentra en la planta

En la tabla adjunta, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo que engloba tanto el costo de la red primaria como el costo de EDR. Como resultado de esta evaluación integral, se ha determinado que la inversión total requerida para la implementación asciende a 4.916.910,2 bolivianos. Este cálculo amalgama los diversos elementos involucrados en el proyecto, proporcionando una perspectiva completa de la inversión necesaria para llevar a cabo la construcción de la red primaria desde el city gate hasta la planta de cereales.

CAPITULO III: CONCLUSIONES

- Se determino de la demanda de gas para la planta se llevó a cabo mediante un análisis detallado de los equipos instalados en la planta de cereales. Este análisis consideró las necesidades operativas de dichos equipos, los cuales requieren gas natural para su funcionamiento. La evaluación de la demanda se realizó en función de las horas de trabajo de los equipos, contemplando el escenario máximo en el cual estos pueden estar operativos las 24 horas del día. Como resultado de este análisis, se ha establecido que la demanda de gas necesaria para satisfacer los requisitos operativos de la planta es de 309.695 millones de pies cúbicos diarios (MPCD) de gas natural.
- Se determino la ruta más óptima para la red primaria, la cual no sigue una línea recta debido a consideraciones estratégicas y de planificación. La selección de esta ruta se fundamenta en la necesidad de evitar cruces de carreteras en dos puntos específicos, así como en la consideración de no atravesar el centro de dos poblaciones y ríos de gran envergadura. En lugar de ello, se ha optado por una ruta con topografía más plana, minimizando los obstáculos y presentando solo dos cruces de ríos y un cruce de carretera hasta llegar a la planta de cereales. Esta ruta, con una longitud total de 4.760 metros, se ha diseñado estratégicamente para optimizar la eficiencia y minimizar posibles impactos en la infraestructura existente y en las comunidades locales.
- Tras evaluar la longitud total de la red primaria y la demanda estimada, se ha determinado que un diámetro de tubería de 3 pulgadas es suficiente para garantizar un suministro eficiente de gas. También se realizó un análisis detallado que abarca tanto aspectos de obras civiles como mecánicas para la construcción de la red primaria. Este enfoque integral asegura que la infraestructura sea dimensionada de manera adecuada, considerando tanto los aspectos hidráulicos para el transporte eficiente del gas como las obras civiles necesarias para la implementación física de la red.
- Se realizo un analisis económico detallado de la construcción de la red primaria y del EDR abarcó diversos aspectos, incluyendo la evaluación de materiales, obras civiles, obras mecánicas, entre otros. La inversión total proyectada para la construcción de la red primaria asciende a 4.053.553,74 bolivianos, mientras que la construcción del EDR representa un costo adicional de 863.356,42 bolivianos. Estos cálculos reflejan una

evaluación exhaustiva de los recursos necesarios para llevar a cabo ambos componentes de la infraestructura, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la asignación eficiente de recursos en el desarrollo exitoso de la red primaria y el EDR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANH. (2010). *Agencia Nacional de Hidrocarburos*. <https://www.anh.gob.bo/w2019/>
- Costas Bustillo, C. E. (2018). *Estudio tecnico economico para suministro de gas natural para la poblacion de Caiza D - Potosi por el sistema de gas virtual*. <https://es.slideshare.net/RichardPalaciosGalvan/estudio-tecnico-economico-para-suministro-de-gas-natural>
- Dandekar, A. Y. (1998). *PETROLEUM RESERVOIR ROCK and FLUID PROPERTIES*.
- Fabado, I. R. (2005). *OBRAS DE INFRAESTRUCTURA BAJO FINANCIACIÓN PRIVADA: LA EXPERIENCIA EUROPEA DEL PROYECTO EUROTÚNEL FRENTE AL PROYECTO ARGENTINO-BOLIVIANO DEL GASODUCTO*.
- Google Maps. (2023). *Google Maps*. <https://www.google.com/maps/place/19%C2%B011'54.8%22S+65%C2%B007'39.1%22W/@-19.1985359,-65.1301019,697m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d-19.198541!4d-65.127527?entry=ttu>
- Hernandez Valasco, A. P. (2019). *Seguimiento constructivos de redes de gas e interventoria de proyectos ubicados en el area metropolitana de bucaramanga, acaña y la provincia de guanenta*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- INE. (2012). *Instituto Nacional de Estadística*. INE. <https://www.ine.gob.bo/>
- Lapuerta Torres, A. (2008). *El gas natural: Una posibilidad de combustible limpio en el mercado automotriz del Ecuador* [masterThesis, Universidad Andina Simón Bolívar. Sede Ecuador]. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/986>
- Nedgia. (2009). *Características del gas natural* | Nedgia. Conócenos. <https://www.nedgia.es/conocenos/caracteristicas-del-gas-natural/>

- Ocando, J. T. (1976). *EXPERIENCIAS EN EL TRATAMIENTO Y MANEJO DEL GAS AGRIO (H₂S); EXPERIENCES IN TREATMENT AND MANAGEMENT OF SOUR GAS (H₂S)*
In Spanish. https://archives.datapages.com/data/venezuela-boletin-informativo/1976/avgmp_19_2_105.htm
- Sampieri, R. (2018). *Libro: Metodología de la investigación - 6ta edición*.
<https://www.uncuyo.edu.ar/ices/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion>
- Structuralia. (2020). *Cómo se realiza el transporte del gas natural*.
<https://blog.structuralia.com/el-transporte-del-gas-natural>
- Valeriano Yujra, D. E. (2016). *Análisis de la factibilidad para el suministro de gas natural para la planta de cemento en el departamento de Oruro* [masterThesis, La Paz: Universidad Andina Simón Bolívar]. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/609>
- Yampa Quispe, M. (2023). *Diseño red primaria de gas natural para el Municipio de Tiwuanacu de la Provincia Ingavi Departamento de La Paz* [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/33645>
- YPFB Transporte. (2021, agosto 18). YPFB Transporte S.A. incrementará su capacidad de transporte. *YPFB Transporte*. <https://www.ypfbtransporte.com.bo/2021/08/18/ypfb-transporte-s-a-incrementara-su-capacidad-de-transporte/>

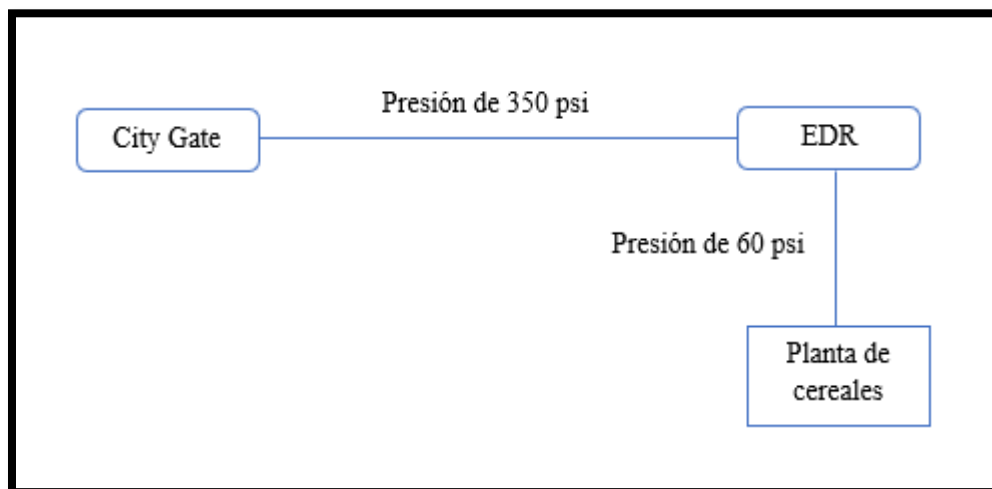
ANEXOS

Anexo 1: La planta de transformación de granos y cereales de alimentos balanceados en construcción



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Esquema de la construcción de la red primaria



Fuente: Elaboración propia